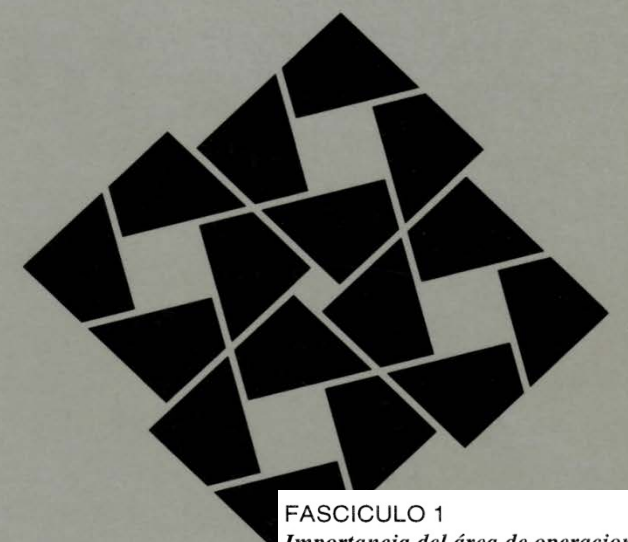
Paquete de Producción



Módulo I

Identifica la función de operaciones (Conceptos básicos)

Presentación

"LA RANA FELIZ"

"La Rana Feliz" es un pequeño restaurante fundado hace un año por la señora Gumersinda. El negocio está ubicado en la esquina de dos avenidas muy transitadas, en una zona comercial y de oficinas.

Cuando la señora Gumersinda decidió poner su negocio pensó: "Estoy segura de que me va a ir muy bien, pues mis clientes pueden ser muchas de las personas que trabajan en las oficinas..."

Sin embargo, no fue así. Desde hace un año, han sido pocos los clientes que se paran por ahí, y los que han llegado a ir, no han vuelto a regresar. Muchos de ellos se quejaban de que a pesar de que casi no había gente, el servicio era lentísimo, la atención por parte del personal era muy mala y la calidad, variedad y presentación de los platillos era muy deficiente. Por otra parte, consideraban que el precio era muy alto.

Doña Gumersinda debe pagar a sus empleados independientemente de que haya o no clientes. No quiere despedir a ninguno pues tiene el temor de que de repente lleguen varios clientes y no haya suficiente personal para atenderlos. Además, debe pagar luz, agua, gas, la renta del local, etcétera.

Lo anterior ha llevado a "La Rana Feliz" a una difícil situación financiera. La señora Gumersinda, preocupada por la situación de su negocio, decidió solicitar un préstamo bancario. Ya en el banco se encontró a un viejo amigo, don José a quien le platicó el problema en el que se encontraba:

Doña Gumersinda: "José, mi negocio está en una difícil situación financiera. No tengo dinero para comprar materia prima; a veces tengo que pedir dinero prestado a amigos o sacar de mi tarjeta de crédito personal para poder pagar a mis empleados. Me urge conseguir un préstamo del banco para salir adelante con mi negocio."

Don José, que había sido asesor de empresas durante mucho tiempo le respondió:

Don José: "Oye Gumersinda: ¿crees sinceramente que resolverás tu problema con un préstamo? No crees que la crisis financiera por la que atraviesa tu empresa puede ser consecuencia de otros problemas? Si consigues el préstamo es probable que sigas adelante por un tiempo, pero después, ¿qué harás?, ¿se resolverán todos tus problemas?" ... "¿por qué no me invitas a conocer tu negocio? Quizás haya algo en que pueda ayudarte...

Ya en el restaurant, lo primero que observó don José fue el lugar en donde se encontraba el negocio. Aunque era una zona muy transitada, no había forma de que los coches se estacionaran sobre la avenida, lo que podía impedir que algunos clientes se pararan a comer ahí. Otra cosa que le llamó la atención fue el amontonamiento de mesas en el restaurant, la pobre decoración del lugar, el ruido proveniente de la cocina, etc. Observó también que uno de los clientes que estaba ahí había ordenado un platillo y el mesero le había contestado que se les acababa de terminar. Al ver la carta de platillos, pudo ver que ésta era muy pobre, no había gran variedad de menus. Además, notó que el servicio era lentísimo.

Después de una serie de observaciones, don José se acercó a doña Gumersinda y le dijo:

Don José: "Creo que tu problema no es de tipo financiero, es más bien un problema de producción." Si solucionas algunos de estos problemas, tu situación financiera podría mejorar.

Doña Gumersinda, un poco sorprendida respondió:

Doña Gumersinda: "Escúchame José, esto no es una planta de manufactura, ¿a que te refieres con que mi problema es de producción? Mi negocio es de servicios. ¡Y no entiendo de qué manera la solución de estos problemas que llamas "de producción" podría aplicarse al problema de mi negocio! . . .

Objetivos del Módulo

Al concluir este Módulo estarás capacitado para:

- *Reconocer la importancia del área de operaciones de tu negocio ya sea de manufactura, servicio o comercio.*

- *Identificar las principales diferencias entre los negocios de servicios (incluyendo comercio) y manufactureras así como la importancia que tiene conocer estas diferencias.*

- *Aplicar, en tu propio negocio, algunas ideas relacionadas con el diseño de tus productos.*

- *Aplicar en tu empresa algunos conceptos y estrategias referentes al diseño o rediseño de tus procesos de producción.*

- *Determinar el mejor lugar para instalar tu planta de producción.*

- *Determinar la capacidad que debe tener tu planta de producción.*

- *Rediseñar, en caso necesario, la distribución física de tus instalaciones.*

- *Mejorar la administración de las operaciones en tu negocio de servicio*

Organización del Módulo

El primer fascículo que integra este Módulo es introductorio al área de operaciones (o de producción, como comúnmente se conoce en la industria manufacturera) de tu negocio. En este fascículo se define lo que actualmente se conoce como función de operaciones y se hace la distinción con lo que es la función propiamente de producción. En este fascículo se define también lo que es un sistema de producción. Finalmente, se presentan las principales diferencias entre un negocio de manufactura y uno de servicios y se analiza la forma en las que estas diferencias afectan las decisiones de operaciones de tu negocio.

En el segundo fascículo se presentan algunas consideraciones importantes relacionadas con el diseño de tus productos y procesos de producción. En este fascículo se proponen algunas ideas para mejorar tus productos y procesos productivos.

En el tercer fascículo se tratan temas relacionados con el diseño de tus instalaciones, como son: localización de tu planta de producción, capacidad de tu planta y distribución física de tus instalaciones (conocido como ''lay-out'' de tu planta).

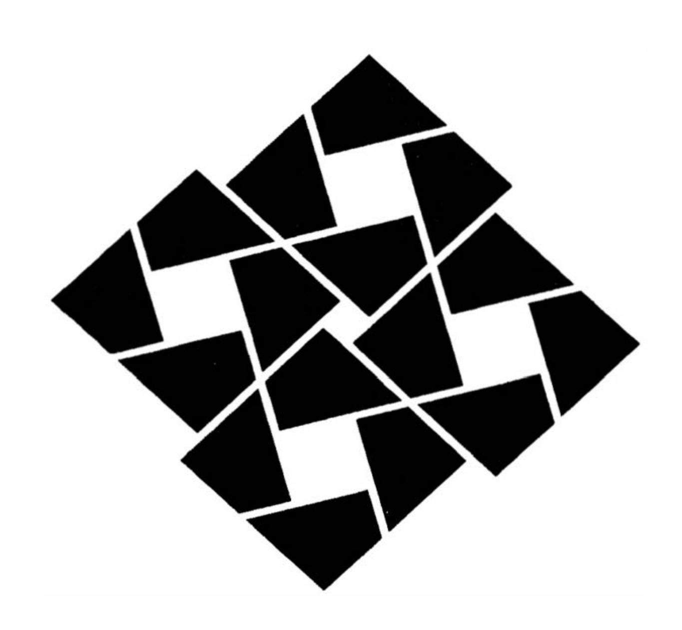
Debido al auge que han tenido, en los últimos años, los negocios de servicios y comercio, hemos diseñado un cuarto fascículo en el que se tratan aspectos importantes a considerar en la administración de operaciones en las empresas de servicios.

Indice

Paquete de Producción

Módulo I: Identifica la función de operaciones (Conceptos básicos)

FASCICULO 3



Diseño de tus instalaciones de producción

Diseño de tus instalaciones de producción

Contenido

1. Localización de la planta.

2. Diseño de la capacidad de tu negocio.

3. Distribución física de las instalaciones.

Este fascículo está elaborado para que:

- Determines el mejor lugar para instalar tu planta de producción.

- Determines la capacidad que debe tener tu planta de producción.

- Determines la mejor distribución física de tu maquinaria, equipo, bodegas y otras instalaciones dentro de tu planta de producción.

Objetivo

Diseñar o rediseñar tus instalaciones de producción.

▶ *Indice*

DISEÑO DE TUS INSTALACIONES DE PRODUCCION

▶ *Instrucciones*

El siguiente documento es un fascículo de autoenseñanza, lo que significa que tú podrás alcanzar los objetivos propuestos si realizas las actividades que se van indicando.

El fascículo inicia con una evaluación previa para identificar los conocimientos que actualmente tienes sobre el tema. Si el resultado de esta evaluación es desfavorable, no te preocupes, pues a través de la lectura del fascículo aprenderás todo lo que no pudiste contestar.

Este fascículo está diseñado para que lo uses, por lo tanto es necesario que realices todos los ejercicios que se presentan. No leas las respuestas hasta después de haberlos hecho. Si es necesario, vuelve a leer la información cuantas veces lo requieras. Cuando termines, resuelve la evaluación final, lo que te permitirá saber si has alcanzado los objetivos propuestos al inicio del fascículo. Finalmente, resuelve el ejercicio práctico, el cual ha sido diseñado para que apliques en tu propio negocio, los conocimientos adquiridos en este fascículo.

¡MUCHA SUERTE Y ADELANTE!

▶ *Evaluación previa*

I. Marca con una **X** la opción correcta:

1. Entre los factores más importantes que debes tomar en cuenta en la distribución física de tus instalaciones (maquinaria, equipo, bodegas, etc.) dentro de tu planta de producción, podemos mencionar:

   a) Tipo de proceso de producción.
   b) Tipo de producto.
   c) Volumen de producción.
   d) a y c.
   e) a, b y c.

2. Una de las desventajas de una distribución por proceso es:
   a) La poca flexibilidad para realizar el trabajo individual de los clientes.
   b) Imposibilidad de fabricar grandes volúmenes.
   c) Imposibilidad para fabricar gran variedad de productos
   d) Gran "vulnerabilidad" ante la descompostura de una máquina.

3. En este tipo de distribución todos los artículos siguen la misma secuencia de operaciones a lo largo de la línea de producción.
   a) Distribución por "proceso" (taller de trabajo).
   b) Distribución por "producto" (línea de ensamble).
   c) "Diseño celular".
   d) Distribución de "posición fija".

4. Una de las ventajas de la distribución en "línea" es:
   a) Posibilidad de fabricar altos volúmenes de productos.
   b) Distribución muy flexible.
   c) Poca interdependencia entre las operaciones. Si se descompone una máquina, esto no afecta el proceso total.
   d) El trabajo que realiza la mano de obra no es tan monótono.

5. Entre los costos asociados a la localización de tu planta podemos mencionar:
   a) Costos de la mano de obra.
   b) Costo de la materia prima, luz, agua.
   c) Costos de transporte de la materia prima.
   d) Sólo a y c.
   e) a, b, y c.

II. Contesta falso **F** o verdadero **V**, según el caso:

1. La distribución física de las instalaciones se refiere únicamente a la distribución de tu maquinaria dentro de la planta ( )

2. La cantidad de manejo manual de materiales es mayor en la distribución en línea ( )
3. Una de las ventajas de la distribución en línea es que se tiene menor inventario en proceso ( )
4. El balanceo de líneas consiste en agrupar actividades o tareas en centros de trabajo con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y maquinaria y en esa forma, disminuir tiempos ociosos. ( )
5. La capacidad es la tasa de producción que puede obtenerse de un proceso ( )
6. La demanda del mercado así como el tipo de proceso de producción de un producto, son factores que afectan la capacidad de tu planta ( )

▶ *Introducción*

Una vez que has decidido qué productos vas a fabricar y cómo los vas a fabricar, debes tomar decisiones relacionadas con el diseño o rediseño de tus instalaciones. Estas decisiones involucran la decisión de localización de tu planta productiva, capacidad de la misma y decisiones sobre el diseño o distribución de tu maquinaria, equipo, bodegas y otras instalaciones físicas dentro de tu planta de producción.

Este fascículo trata, precisamente, de algunos aspectos interesantes sobre el diseño o rediseño de tus instalaciones. En la primera parte del mismo, se trata brevemente, el tema de localización de tu planta (¿dónde debo poner mi negocio?); aquí se mencionan algunos aspectos interesantes a tomar en cuenta cuando vas a decidir en dónde poner tu negocio. En la segunda parte se mencionan algunas ideas relacionadas con el diseño de la capacidad (¿cuánto debo producir?) de tu planta. Finalmente, en la tercera parte de este fascículo, se trata el tema sobre la distribución física de tus instalaciones (¿cómo debo acomodar mi maquinaria, equipo y otras instalaciones?). Una mala distribución de tus instalaciones puede tener como consecuencia, entre otras cosas, altos costos de manejo de materiales, ineficiencia de los trabajadores, tiempo ocioso de la maquinaria y de la mano de obra, tiempos de procesos muy largos y por lo tanto, tiempos de entrega a tus clientes también muy largos.

En la primera parte de este tema hablamos sobre los diferentes tipos de distribuciones y sus características principales. En la segunda parte, presentamos algunos métodos de distribución de tus instalaciones, dependiendo de si la distribución es por "Proceso" o por "Producto". Finalmente, en la última parte, presentamos un nuevo enfoque en distribución de plantas, el cual se conoce como "Diseño celular" o "Grupo tecnológico". Este tipo de distribución ha resultado ser bastante eficiente y de hecho muchas plantas productivas ya lo han implantado con excelentes resultados.

▶ *Objetivo terminal*

Al concluir este fascículo estarás preparado para diseñar o rediseñar tus instalaciones de producción.

▶ *Objetivos intermedios*

Al concluir este fascículo estarás capacitado para:

Determinar el mejor lugar para instalar tu planta de producción o tu negocio de servicios.

Determinar la capacidad que debe tener tu planta de producción.

Determinar la mejor distribución física de tu maquinaria, equipo, bodegas y otras instalaciones dentro de tu planta de producción.

Localización de la planta

Uno de los objetivos generales al seleccionar la localización de tu planta o de tu negocio es escoger el lugar que minimice 3 clases de costos:

a) Costos regionales

Son aquellos que están asociados a una cierta región como: costo del terreno, costos de construcción o salarios de la mano de obra.

b) Costos de distribución

Son aquellos que están relacionados con el transporte de tu materia prima y productos finales al cliente.

c) Costos de materia prima y provisiones

Se refieren a la disponibilidad y costos de la materia prima y otros insumos para la producción, incluyendo agua, luz, energía y otros.

Ejercicio:

¿Cuáles son los tres costos asociados a la decisión de localización de tu planta?

____

____

____

Si contestaste: costos regionales, costos de transporte y costos de la materia prima y otras provisiones, ¡perfecto!, continúa leyendo. De otra forma, vuelve a leer el párrafo anterior.

La decisión de localización de tu planta es muy importante ya que involucra cuestiones financieras, como préstamos de largo plazo.

La decisión de localización depende en gran parte del tipo de producto que vendes:

a) Empresas manufactureras

En el caso de las empresas manufactureras, esta decisión consiste en decidir la ubicación de su planta y de sus almacenes.

Estas empresas fabrican bienes los cuales pueden ser almacenados y transportados hasta donde se encuentran los consumidores. Por esta razón, las operaciones de producción están centralizadas, es decir, la producción se lleva a cabo en un solo lugar.

Es conveniente que las empresas manufactureras que procesan recursos pesados o voluminosos, estén ubicadas cerca del lugar en donde se encuentran los insumos y materia prima. Por ejemplo, las fábricas de celulosa y papel, que usan mucha madera y agua para la fabricación de sus productos, se encuentran ubicadas cerca de los bosques.

Por otra parte, las empresas que fabrican productos voluminosos tienden a estar cerca de sus mercados; por ejemplo, las ensambladoras de autos.

b) Empresas de servicios

En el caso de las empresas de servicios, la decisión de localización consiste en decidir el lugar en donde debe ubicarse su negocio. Debido a que los servicios se producen y se consumen simultáneamente, los negocios de servicios deben ubicarse cerca de donde se encuentran sus clientes.

Debido al costo relativamente bajo de poner un negocio de servicio en relación al costo de poner una planta de manufactura, es común que se abran varias sucursales del mismo negocio.

Ejercicio:

Completa el siguiente enunciado:

Las empresas de servicio generalmente se localizan cerca de 1) ____________

____

____

____

Las empresas manufactureras se localizan 2) ____________________

____

____

____

Si contestaste: 1) cerca de sus clientes y 2) cerca de la materia prima e insumos, ¡muy bien! continúa. De otra forma, vuelve a leer el párrafo anterior.

A continuación vamos a exponer brevemente los pasos que debes de seguir o tomar en cuenta al decidir la localización de tu negocio:

▶ *Proceso de decisión de la localización de tu planta*

1er. paso: Definición de objetivos y restricciones

Lo primero que debes definir son los objetivos de localización de tu planta y las restricciones existentes.

Objetivos:

Es lo que pretendes alcanzar o lo que buscas cuando decides poner un negocio en un determinado local. Algunos objetivos pueden ser:

Localidad rentable.
Localidad que provea un buen ambiente de trabajo a los trabajadores.
Cercanía con los clientes.
Cercanía con los proveedores.

Restricciones:

Siempre que decides poner un negocio debes tomar en cuenta una serie de restricciones. Algunas de éstas son:

Disponibilidad de materia prima.
Costo del lugar.
Restricciones legales como "Uso de suelo". Hay zonas en las que no está permitido poner una planta o un comercio. Esto es importante que lo tomes en cuenta.

2o. paso: Identificación de criterios de decisión relevantes

Existen dos tipos de criterios cuando tomas una decisión. En el caso de la decisión de localización estos criterios son:

a) Criterios cuantitativos

Estos criterios son más objetivos, por ejemplo:

Costos de mano de obra.
Costos de materia prima.

b) Criterios cualitativos

Son criterios más subjetivos que intervienen en una decisión, por ejemplo:

Calidad de vida en el trabajo.
Impacto ambiental de la localización sobre una comunidad.
Relaciones con los sindicatos.
Cuestiones legales.

3er. paso: Selección de un método para evaluar diferentes alternativas de localización.

Existen diversas maneras de evaluar las diferentes alternativas de localización:

Técnicas financieras de evaluación de proyectos de inversión (favor de consultar el Módulo III del Paquete de Finanzas).
Análisis de "Punto de equilibrio" (favor de consultar el Módulo II, fascículo 3 del Paquete de Contabilidad).
Análisis de costos.

4o. paso: Evaluación de las diferentes alternativas de localización

5o. paso: Selección de la mejor alternativa e implantación

Ejercicio:

Menciona los 5 pasos del proceso de decisión de la localización de tu planta:

1) ______________________________

2) ______________________________

3) ______________________________

4) ______________________________

5) ______________________________

RESPUESTAS

1. Definir objetivos y restricciones.
2. Identificar criterios de decisión relevantes.
3. Selección de un método de evaluación de las diferentes alternativas.
4. Evaluación de las diferentes alternativas.
5. Selección de la mejor alternativa e implantación.

¿Recordaste los 5 pasos del proceso de decisión de la localización? Bien, puedes pasar al siguiente punto de este fascículo. De otra forma, vuelve a leer el apartado: Proceso de decisión de la localización de tu planta.

Diseño de la capacidad de tu negocio

En este punto, hablaremos brevemente de algunos aspectos importantes a considerar al diseñar o definir la capacidad de tu planta de producción. En el Módulo II del Paquete de Producción se trata con mayor profundidad el tema de planeación de la capacidad de tu planta a largo, mediano y corto plazo.

Capacidad es la tasa de producción que puede obtenerse de un proceso productivo.

La capacidad se mide en unidades de producción por unidad de tiempo.

Por ejemplo, una fábrica de muebles puede producir 5,000 mesas al mes, una fábrica de zapatos puede fabricar 2,000 pares de zapatos al día, una secretaria puede procesar 100 cartas al día, un restaurant puede atender 200 clientes al día, etcétera.

Ejercicio:

Explica con tus propias palabras qué entiendes por capacidad:

____

____

____

____

Si contestaste que "es la tasa de producción que puede obtenerse de un proceso productivo" has entendido que es capacidad. Continúa leyendo. De otra forma, vuelve a leer el párrafo anterior a fin de que te quede más claro este concepto.

▶ *Conceptos relacionados con el concepto de capacidad*

▶ *Capacidad de diseño*

> Capacidad de diseño es la cantidad de productos que una empresa desearía producir bajo condiciones normales y para lo cual fue diseñado el sistema.

Por ejemplo, un restaurant puede diseñarse para atender 200 clientes al día, una fábrica de ropa puede diseñarse para fabricar 5,000 vestidos a la semana, etcétera.

Uno de los principales problemas al diseñar la capacidad de tu planta es la incertidumbre en la demanda. Por ejemplo, puedes diseñar tu negocio, por ejemplo, un restaurant, para atender 200 clientes al día, pero no necesariamente quiere decir que efectivamente te lleguen esos 200 clientes al día. Pueden llegar menos, en cuyo caso tendrías capacidad ociosa, o pueden llegar más (en el fascículo 2 del Módulo II del Paquete de Producción, se presentan varias técnicas para estimar la demanda de tus productos).

Ahora bien, no es conveniente que diseñes o determines la capacidad de tu negocio con base en la demanda inmediata. Es importante que tomes en cuenta factores estacionales o cíclicos u horas pico. Por ejemplo, ¿qué sucedería si un restaurant diseñara la capacidad de su negocio con base en la demanda esperada en horas pico? (por ejemplo, con base en el número de clientes esperados entre las dos o tres de la tarde), lo más probable es que el resto del

día tuviera capacidad ociosa. Lo mismo ocurriría si una fábrica que fabrica trajes de baño diseñara su capacidad tomando en cuenta la demanda esperada en los meses anteriores a vacaciones de verano. En estos casos, es preferible diseñar la capacidad por abajo de los periodos pico y en los meses en donde la demanda es baja, producir y almacenar. Claro que esto se puede hacer en los casos en donde fabricas bienes, los cuales pueden ser almacenados, pero no así en el caso de la fabricación de servicios. En este último caso, la planeación de la capacidad es más compleja.

▶ *Capacidad máxima*

> Capacidad máxima es la producción máxima que puede obtenerse cuando los recursos productivos son usados al máximo.

Sin embargo, a este nivel máximo, la utilización de tus recursos puede ser ineficiente. Por ejemplo, la capacidad de diseño de una máquina puede ser de 1,000 piezas al día. Sin embargo, es posible que pueda producir hasta 1,050 piezas si la usas a su capacidad máxima, pero lo más probable es que tengas que incurrir en mayores costos de mantenimiento, energía y otros. Otro caso sería el de un restaurant: su capacidad de diseño puede ser de 200 clientes al día. Sin embargo, si te llegan más clientes, es posible que puedas atenderlos añadiendo uno o dos lugares más en una mesa para cuatro; esto provocará amontonamientos, además de que el servicio puede ser más lento debido a que no cuentas con más meseros o cocineros.

▶ *Capacidad del sistema*

> Capacidad del sistema es la producción máxima que un sistema de producción (compuesto por trabajadores y máquinas) es capaz de generar como un todo integrado.

En la Figura 1 se muestra la diferencia entre la capacidad de un recurso (una máquina o un trabajador) y la capacidad del sistema. Como puedes observar, la capacidad de diseño del proceso de mezclado es de 48 litros al día, el de calentado de 50, el de moldeado de 43 y el de enfriado de 46 litros al día. Sin embargo, la capacidad de todo el sistema de producción es de 43 litros al día. De aquí podemos concluir que:

> La capacidad del sistema de producción es igual a la capacidad del recurso menor.

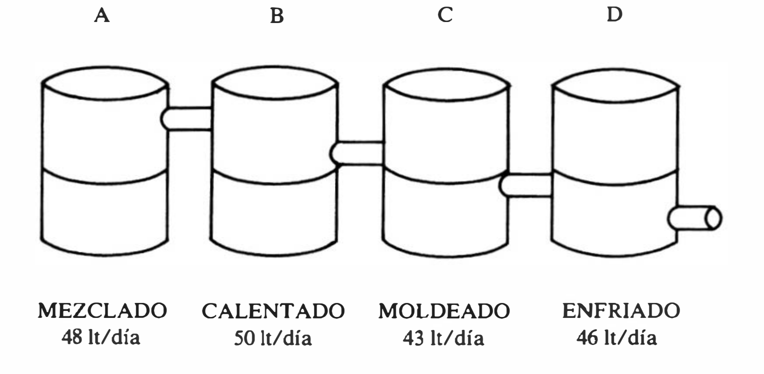


Figura 1. Capacidad del sistema y capacidad de un recurso.

En este caso, la capacidad del sistema es de 43 litros al día, que es igual a la capacidad del proceso de moldeado.

> En tu negocio, lo que realmente importa es la capacidad de todo el sistema, no la de cada uno de los recursos por separado.

Ejercicio:

Escribe con tus propias palabras qué entiendes por:

1) Capacidad de diseño ______________________________

____

____

____

2) Capacidad máxima ______________________________

____

____

____

3) Capacidad del sistema ______________________________

____

____

____

Compara tus respuestas con los párrafos que aparecen enmarcados en los puntos: Capacidad de diseño, Capacidad máxima y Capacidad del sistema.

▶ *Factores que afectan la capacidad*

En la Figura 2 se pueden apreciar algunos de los factores que afectan la capacidad:

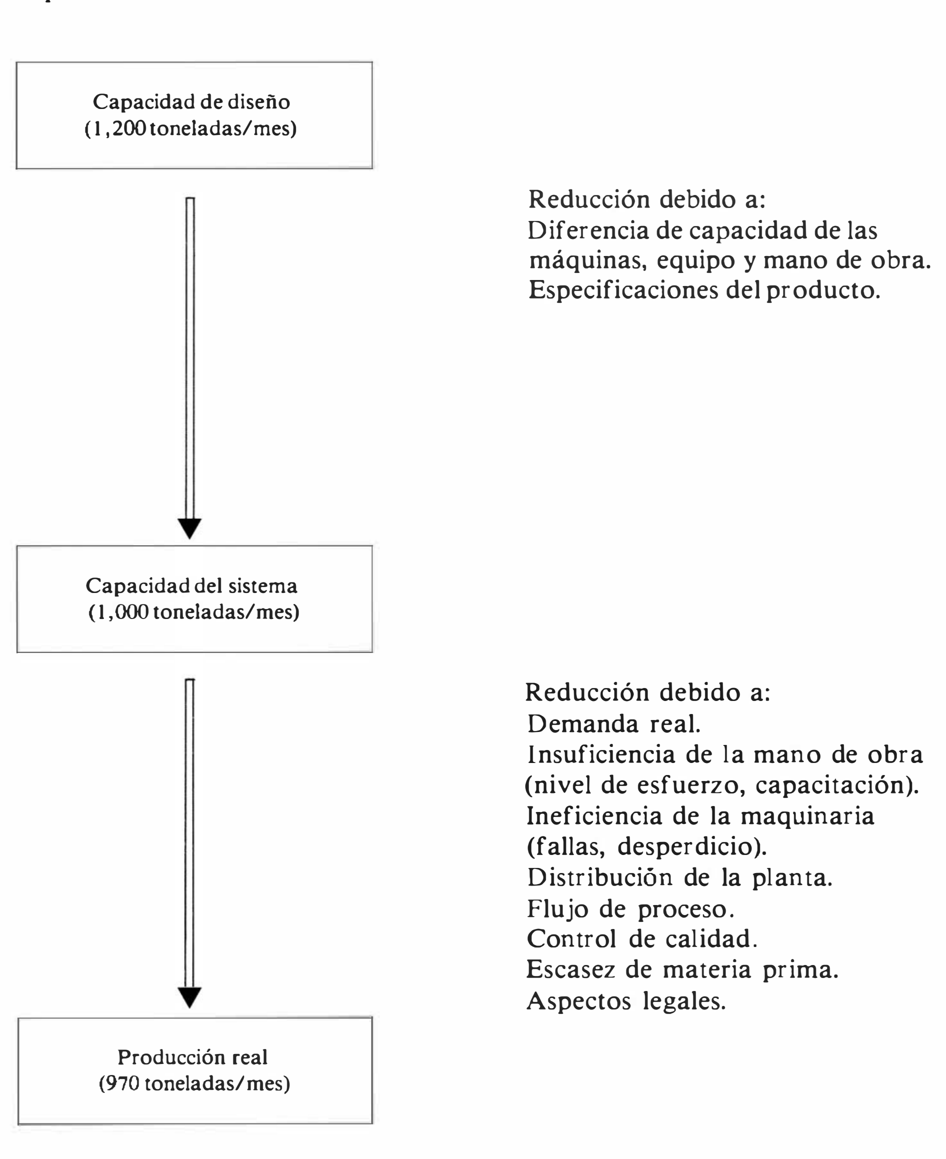


Figura 2. Factores que afectan la capacidad.

Como puedes ver en la figura anterior, la capacidad de diseño de tus máquinas se ve disminuida por la diferencia de capacidad de las otras máquinas. Asimismo, la capacidad de todo tu sistema de producción puede disminuir por varias razones.

Una de ellas es que la demanda real del mercado puede ser menor que la capacidad de tu sistema, dando como resultado una producción menor a tu capacidad.

Otra razón es la ineficiencia de tus trabajadores o de tu maquinaria. Si contratas trabajadores poco capacitados para realizar una tarea, ello repercutirá en la capacidad de tu sistema; por ello es importante que los capacites. Por otra parte, una falla de tu maquinaria puede ocasionar una disminución en tu capacidad, por lo que es recomendable que realices mantenimiento de tipo preventivo.

La distribución de tu planta y el flujo del proceso de producción son determinantes en la capacidad de tu sistema. En el fascículo 2 de este Módulo, vimos que la capacidad en el caso de un flujo intermitente, generalmente es menor a la capacidad de un proceso en línea.

Actualmente, con el problema de la contaminación, algunas empresas únicamente pueden trabajar dos turnos en lugar de tres algunos días de la semana. Otras deben parar la planta de producción por algunas horas. Este tipo de disposiciones gubernamentales afectan definitivamente la capacidad de tu planta productiva.

Muchos de estos factores se presentan en casi todos los negocios, sean de servicio, comercio o manufactura. Es importante identificarlos para posteriormente, poder hacer frente a los problemas que se presenten relacionados con la falta o exceso de capacidad.

Como mencionamos al inicio de este tema, en el Módulo II del Paquete de Producción se exponen algunas técnicas para estimar tu demanda y para planear adecuadamente la capacidad de tu sistema de producción a largo, mediano y corto plazos.

Por lo tanto, vamos a concluir este tema mencionando algunas estrategias de capacidad para hacer frente a la incertidumbre en la demanda.

Ejercicio:

Menciona tres factores que afectan la capacidad de tu negocio:

1) ____________________

2) ____________________

3) ____________________

Regresa a la Figura 2 y verifica tus respuestas.

Estrategias de capacidad

> El objetivo de la planeación de la capacidad es determinar el nivel de capacidad que satisfaga la demanda del mercado de tal forma que haya eficiencia en costos.

La planeación de la capacidad busca responder a variaciones en la demanda. Las empresas manufactureras y de servicios se ajustan a altas y bajas en la demanda de diversas formas.

a) Manufactureras

En los periodos de alta demanda, puedes contratar tiempo extra o un turno adicional. También puedes subcontratar o mandar maquilar algunas piezas a otras empresas. Otra opción es acumular inventarios en estaciones de escasa demanda y utilizarlos en periodos de alta demanda.

b) Servicios

Algunas empresas de servicios como restaurantes pueden contratar empleados de tiempo parcial o tiempo extra a fin de satisfacer la demanda en horas pico. Lo mismo puede aplicarse al caso de comercios en épocas de alta demanda.

Los servicios profesionales como médicos, dentistas, contadores o consultores pueden usar un sistema de citas para controlar la demanda.

Algunos servicios intensivos en capital como servicios de transporte de mercancía, taxistas o incluso servicios de mensajería, pueden establecer horarios fijos para proporcionar el servicio. Ello obliga a los clientes a adaptarse a la capacidad del sistema

Finalmente algunos servicios de reparación de autos, aparatos eléctricos o cualquier otro servicio de reparación retrasan la entrega del servicio hasta que puedan producirlo con su fuerza de trabajo regular.

Ejercicio:

Menciona tres estrategias de capacidad que te permiten hacer frente a variaciones en tu demanda:

1) ____________________

2) ____________________

3) ____________________

RESPUESTAS

Pueden ser algunas de éstas:

Mandar maquilar.
Contratar tiempo extra.
Trabajar turnos adicionales.
Acumular inventarios.
Programarme a base de citas.
Establecer horarios fijos.

Distribución física de las instalaciones

La distribución física de las instalaciones se refiere a la determinación del lugar de los departamentos, centros de trabajo, máquinas, bodegas, cuartos de limpieza e instalaciones de cómputo dentro de tu planta de producción.

En una buena distribución de planta, la ubicación de la maquinaria, puestos de trabajo, bodegas, etc., permite la adecuada circulación o flujo de las personas y materiales. Asimismo, la distancia que recorren los operarios es la más corta posible.

Existen algunos aspectos que debes tomar en cuenta al distribuir tus instalaciones. Algunos de éstos son:

1. Tipo de producto.
2. Tipo de proceso de producción.
3. Volumen de producción.
4. Espacio disponible dentro de tu planta.

Ejercicio:

Escribe a continuación lo que entiendes por distribución física de las instalaciones:

____

____

____

____

____

Si escribiste que es una distribución o determinación del lugar de la maquinaria, equipo, bodegas y otras instalaciones dentro de tu planta de producción, continúa leyendo los siguientes párrafos, de no ser así, vuelve a leer los párrafos anteriores.

▶ *Tipos de distribución física de las instalaciones*

Los cuatro tipos más comunes de distribución física de las instalaciones son:

a) Distribución de posición fija.
b) Distribución de proceso.
c) Distribución de producto.
d) Diseño celular.

Algunas empresas pueden tener una combinación de estos tipos de distribución.

stribución de posición fija

erísticas:

ipo de distribución más simple. Está diseñada de tal forma que todos
teriales, mano de obra, supervisores, maquinaria y equipo son llevados
r en donde se realizará el trabajo.
tipo de distribución es la más adecuada para un proceso de producción
royecto''.
ejemplo: las empresas constructoras transportan gente, maquinaria y
, materiales, al punto en donde se llevará a cabo la construcción de una
un edificio (ver Figura 3).

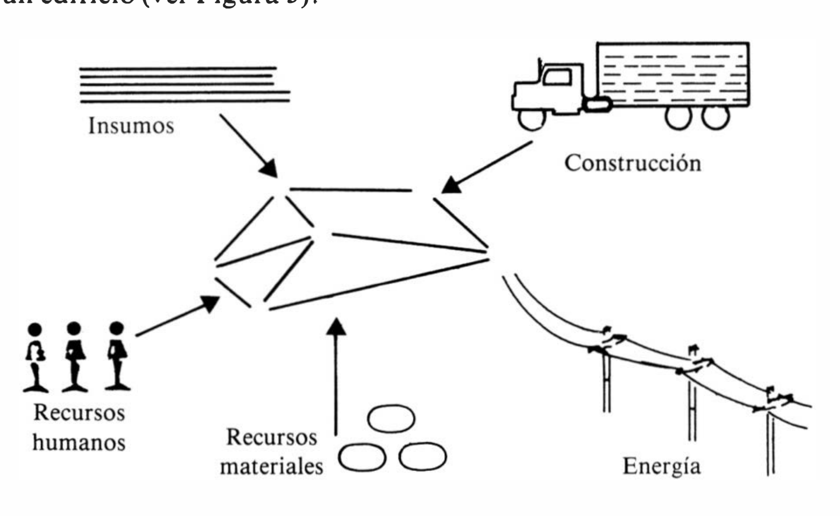


Figura 3. Distribución de posición fija.

ias:

nimiza el costo de transporte del producto final (el destino final del
cto es el lugar en donde se fabrica).

e en un solo punto todo el control de las operaciones que se requieren
abricar el producto.

ntajas:

to de manejo de materiales y mano de obra es alto.

ipo de apoyo como computadoras, o de mantenimiento, es limitado.

uipo, generalmente costoso, no siempre se utiliza al máximo (en

Ejercicio:

Contesta falso **F** o verdadero **V**, según el caso:

1. Una de las ventajas de la distribución de posición fija es que se minimiza el costo de manejo de materia prima y mano de obra ( )
2. Una ventaja de la distribución de posición fija es que se tiene en un solo punto todo el control de las operaciones que se requieren para fabricar el producto ( )
3. Esta distribución es más adecuada para los procesos en línea o repetitivos ( )

Si contestaste **F**, **V**, **F** respectivamente, ¡perfecto!, sigue adelante. Si tuviste uno o más errores, vuelve a leer el inciso a de esta sección, que corresponde a la distribución de posición fija.

b) Distribución por proceso o funcional (talleres de trabajo)

Características:

En esta distribución se agrupan máquinas y mano de obra que realizan tareas similares.

Se le llama distribución por proceso porque cada proceso se realiza en áreas diferentes.

Este tipo de distribución emplea gran variedad de equipo de uso general. La fabricación se hace en lotes de bajo volumen. Por esta razón, es común que existan inventarios en proceso en cada uno de los departamentos.

Este tipo de distribución es el más adecuado para un proceso intermitente, específicamente, de fabricación.

En la Figura 4 se muestra la distribución física de las instalaciones de una imprenta comercial. Se trata de una distribución por proceso, ya que en cada área se lleva a cabo una parte del proceso y se agrupa equipo similar.

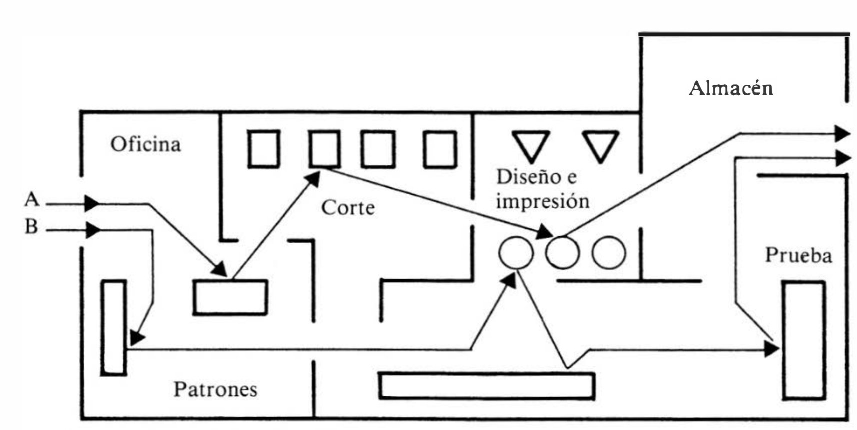


Figura 4. Distribución por proceso en una imprenta comercial.

En la Figura 5 se puede apreciar una distribución por proceso en una clínica (servicio). Cada área de esta clínica, por ejemplo, rayos X, laboratorios, etc., lleva a cabo una función diferente. No todos los pacientes pasan por los mismos departamentos o áreas, por lo que el flujo del proceso es intermitente.

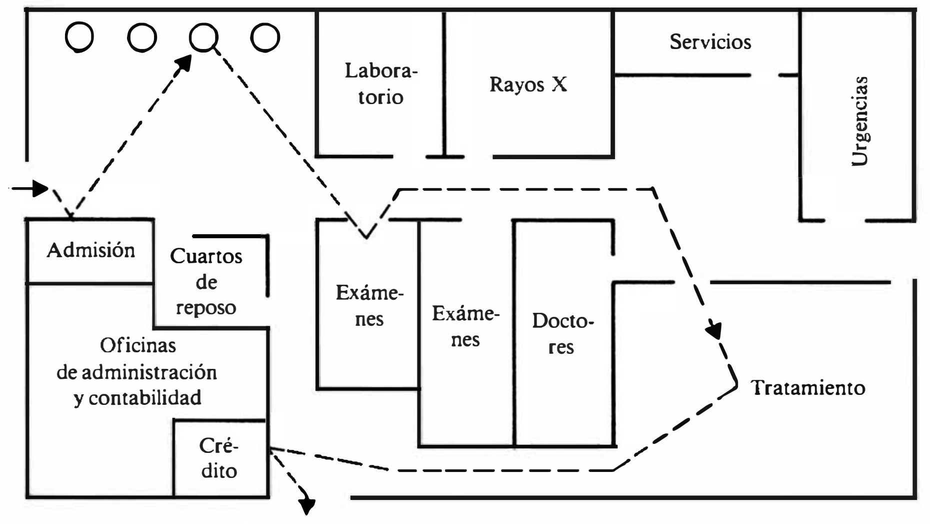


Figura 5. Distribución por proceso en una clínica.

Una fábrica de zapatos, cuyo proceso de producción es intermitente, generalmente cuenta con este tipo de distribución: se tiene el área de corte de la piel; en otro departamento, se tiene el área donde se cose la piel; en otra área se monta el zapato; existe un área en donde se efectúa el acabado del zapato; se dispone, además, de bodegas de producto terminado y materia prima.

Siguiendo con el mismo ejemplo, es común que en cada departamento se tenga inventario en proceso debido a que normalmente se fabrica en lotes relativamente pequeños. La maquinaria que se utiliza para fabricar los diferentes modelos de zapatos es la misma: mesas de corte, máquinas de coser, máquinas de montado del zapato, etcétera.

Ventajas:

Se puede fabricar gran variedad de modelos con la misma maquinaria.

La maquinaria es muy flexible, debido a que no es maquinaria muy especializada, y por lo tanto, hay flexibilidad para fabricar órdenes específicas de los clientes.

Si una máquina se descompone, por ejemplo, una máquina de coser, ello no afecta todo el proceso de producción. Es decir, no tengo que parar todo el proceso ante la descompostura de una de las máquinas (siempre y cuando, claro, no sea la única máquina). Por ello se dice que en esta distribución hay menor ''vulnerabilidad'' ante las fallas.

Desventajas:

Imposibilidad de fabricar grandes volúmenes.

Alto costo de manejo de materiales.

Habilidades de la mano de obra diferentes, lo que lleva a problemas de productividad.

Mucho inventario en proceso.

Planeación, control y programación de las operaciones, muy complejos.

Debido a que el flujo es intermitente, cada producto sigue una ruta individual a través del sistema. Cada una de las órdenes de los clientes debe ser programada en los diferentes departamentos, de tal forma que se logre la mayor eficiencia posible y se cumpla con el tiempo de entrega.

Ejercicio:

Contesta falso **F** o verdadero **V**, según el caso:

1. En la distribución por proceso se utiliza gran variedad de equipo de uso general y la producción se lleva a cabo en lotes relativamente pequeños ( )
2. La distribución por proceso es la más adecuada para un proceso continuo ( )
3. Una de las ventajas de este tipo de distribución es que se tiene muy poco inventario en proceso ( )
4. Una desventaja de la distribución por proceso es la imposibilidad de fabricar gran variedad de productos ( )

Si contestaste **V**, **F**, **F**, **F**, ¡Muy bien!, continúa leyendo. Si tuviste una o más errores, vuelve a leer todo el inciso: Distribución por proceso o funcional.

c) Distribución por producto o en línea

Características:

Es un arreglo de personas y equipo, conforme a la secuencia de operaciones realizadas sobre el producto o cliente (en el caso de servicios).

A esta distribución se le conoce como "Línea de producto" o "Línea de ensamble".

En este tipo de distribución, todos los artículos siguen la misma ruta a lo largo de la línea de producción. El flujo de trabajo es continuo.

Este tipo de distribución es el más adecuado para un proceso repetitivo.

Una consideración muy importante en este tipo de distribución es el ''balanceo'' apropiado de la línea de producción (más adelante veremos algunas técnicas para balancear las líneas).

En la Figura 6 se muestra un ejemplo de este tipo de distribución. Se trata de una línea de ensamble para la fabricación de componentes electrónicos. Como se puede apreciar, todo el equipo, maquinaria y mano de obra está dispuesto a lo largo de la línea de producción. Todos los artículos siguen la misma ruta a lo largo de la línea de producción.

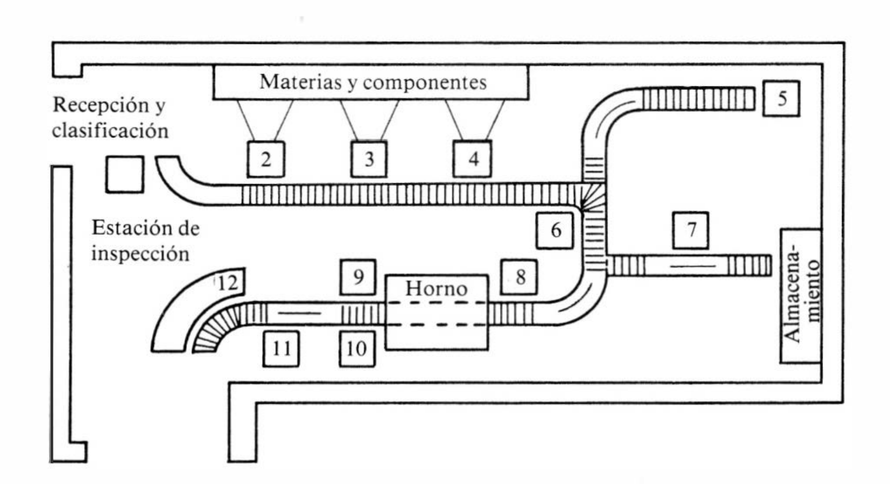


Figura 6. Distribución por producto en una fábrica de componentes electrónicos.

Ventajas:

Minimiza la cantidad de manejo manual de materiales.

Por lo tanto, el costo de manejo de materiales es menor que en el caso de la distribución por proceso.

Posibilidad de fabricar grandes volúmenes.

Menor inventario de producto en proceso.

No se requiere mano de obra muy especializada debido a que las actividades por realizar son muy repetitivas.

Desventajas:

Son distribuciones inflexibles. La maquinaria es muy especializada.

El trabajo que realiza la mano de obra es muy monótono.

La inversión en maquinaria y equipo es muy alta.

Existe una alta interdependencia entre todas las operaciones. Si se descompone una máquina, se debe parar todo el proceso de producción. Por esta razón, el mantenimiento de las máquinas debe ser preventivo.

Ejercicio:

Contesta falso **F** o verdadero **V**, según el caso:

1. A la distribución por producto se le conoce como "Línea de ensamble" ( )
2. En la distribución en línea, todos los artículos siguen la misma ruta a lo largo de la línea de producción ( )
3. Una de las desventajas de la distribución en línea es la imposibilidad de fabricar altos volúmenes de producción ( )
4. Una ventaja de la distribución en línea es que se minimiza la cantidad de manejo manual de materiales ( )
5. En la distribución en línea existe una alta interdependencia entre todas las operaciones ( )

Si contestaste **V**, **V**, **F**, **V**, **V**, respectivamente ¡FELICIDADES!, vas muy bien. Si tuviste uno o más errores, no te preocupes, vuelve a leer el inciso: Distribución por producto a fin de que estos conceptos te queden más claros.

d) Diseño celular

Se le conoce también como "Celdas de manufactura" o "Grupo tecnológico".

Características:

Esta distribución agrupa máquinas diferentes en centros de trabajo o "Células de trabajo" con objeto de fabricar componentes, partes, subensambles o productos que tienen formas similares y requerimentos de proceso similares.

En la Figura 7 se muestra la diferencia entre un "Diseño celular" y una "Distribución por proceso". Las flechas indican el flujo de materiales. Como puedes apreciar, en la distribución por proceso existe gran movimiento de materiales de un departamento a otro, cosa que no sucede en un diseño celular.

Grupo tecnológico (diseño celular)

Sierra
Horno esmerilado
Torno
Prensa
Tratamiento térmico
Sierra
Horno esmerilado
Torno
Prensa

En lugar de...

Diseño funcional (distribución por proceso)

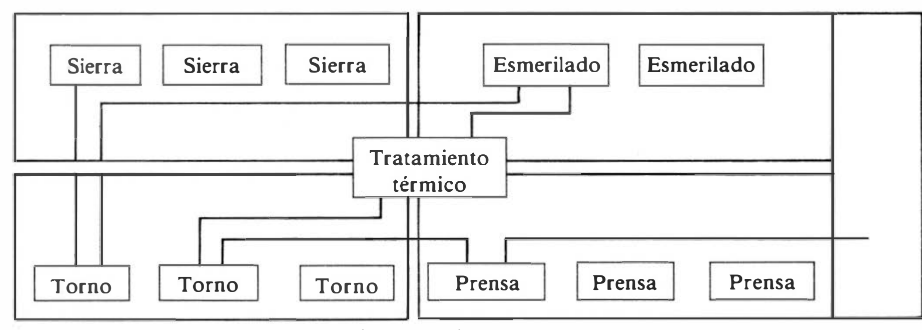


Figura 7. Diseño celular.

El diseño celular es similar a la distribución por proceso, en el sentido de que cada célula de trabajo está diseñada para llevar a cabo un conjunto de procesos, y es similar a la distribución por producto, en el sentido de que la célula sólo puede fabricar un rango limitado de productos.

Ventajas:

Permite un mayor volumen de producción que en el caso de la distribución por proceso.

Menor inventario en proceso y manejo de materiales.

Tiempos de preparación de las máquinas más rápidos y por lo tanto, menores costos de preparación de la máquina.

Mejores relaciones humanas. La célula de trabajo está formada por unos cuantos trabajadores que constituyen un equipo y tienen a su cargo la fabricación de una pieza o un conjunto limitado de piezas.

Ejercicio:

A continuación, explica con tus propias palabras lo que entiendes por "Diseño celular"

____

____

____

____

____

Si contestaste que es un arreglo de máquinas diferentes en centros de trabajo con el objeto de fabricar componentes, partes, o productos que tienen características similares o requerimientos de proceso similares, ¡Perfecto! De otra forma, vuelve a leer el inciso correspondiente al "Diseño celular".

Como habrás observado, es muy importante que el tipo de distribución de tus instalaciones esté acorde al tipo de proceso de producción que tienes.

En el fascículo anterior, titulado "Consideraciones en el diseño de tus productos y procesos de producción", mencionamos que si deseabas hacer cambios en tus productos, aumentar el volumen de producción, disminuir la variedad de productos y otros, era importante que también hicieras los cambios adecuados en el proceso de producción. ¿Lo recuerdas?

Por otra parte, en este fascículo has podido observar que el proceso de producción es un determinante importante en el tipo de distribución de tu planta. Por lo tanto, si vas a realizar cambios en tu proceso, es importantísimo que también realices los cambios necesarios en la distribución de tu planta.

Analicemos el caso de una empresa:

Una fábrica de zapatos inició sus operaciones fabricando pocos modelos de productos a bajos volúmenes de producción. El tipo de proceso era intermitente y la distribución de su planta era por proceso o funcional. A medida que aumentaron sus ventas, hubo la necesidad de comprar más maquinaria y contratar mano de obra. Sin embargo, llegó un momento en que el volumen de ventas era tan grande que la empresa tuvo que rediseñar todo su proceso de producción así como sus instalaciones. Actualmente, el proceso de fabricación de zapatos es repetitivo y la producción se lleva a cabo en "Líneas de ensamble", es decir, se ha implantado una distribución por producto.

Lo anterior ha permitido a la empresa disminuir los tiempos de preparación de sus máquinas, disminuir el tiempo de proceso de sus productos, disminuir la cantidad de materiales en proceso, disminuir el costo de manejo de materiales,

tener grandes volúmenes de producción. . . en pocas palabras, la empresa es actualmente una de las más eficientes y competitivas a nivel nacional.

Es importante hacer notar que muchos negocios tienen una combinación de distribuciones de sus instalaciones.

Métodos para la distribución de las instalaciones

En esta sección se exponen algunos métodos para la distribución de las instalaciones. En especial nos centraremos en la distribución por proceso y la distribución por producto, por ser éstas las más comunes. En la siguiente sección se expondrá, de manera sencilla, un método para el diseño celular.

En el punto: Tipos de distribución física de las instalaciones, se presentaron algunas características, ventajas y desventajas de los diferentes tipos de distribución. Una de las desventajas de la distribución por proceso o funcional es el alto costo de manejo de materiales. Por esta razón, la mayoría de los métodos que se han diseñado para la Distribución por proceso, pretenden MINIMIZAR EL COSTO DE MANEJO DE MATERIALES, mediante el arreglo de maquinaria, equipo, estaciones de trabajo, bodegas, etc., de acuerdo con el volumen del producto y la cantidad de material que fluye de un departamento a otro por unidad de tiempo.

En el caso de la distribución por producto, lo que se pretende es MAXIMIZAR LA EFICIENCIA DE LOS TRABAJADORES Y DE LA MAQUINARIA mediante una agrupación secuencial de las actividades en estaciones de trabajo (balanceo de líneas) que reditúen en gran aprovechamiento de la mano de obra y equipo, con un mínimo de tiempo ocioso.

Ejercicio:

Completa el siguiente párrafo:

Uno de los objetivos principales de los métodos para la distribución por proceso es ______________________________

____

____

Uno de los objetivos fundamentales de los métodos para la distribución por producto o en línea es ______________________________

____

____

Si contestaste: MINIMIZAR EL COSTO DE MANEJO DE MATERIALES y después MAXIMIZAR LA EFICIENCIA DE LA MAQUINARIA Y DE LA MANO DE OBRA, ¡muy bien!, continúa. Si tuviste problemas para contestar, no te preocupes, vuelve a leer los tres primeros párrafos del punto Métodos para la distribución de las instalaciones y podrás contestar satisfactoriamente.

▶ *Métodos para la distribución por proceso*

Antes de exponer dos métodos para la distribución por proceso, cabe señalar que existen aspectos muy importantes que debemos considerar al distribuir nuestra planta.

Entre los aspectos de importancia destacada en la distribución de tus instalaciones podemos mencionar los siguientes:

1. Dimensiones de cada centro de trabajo.
2. Espacio disponible dentro de la planta.
3. Distribución actual de las instalaciones.
4. Número de viajes o cargas entre departamentos.
5. Grado de proximidad entre departamentos.
6. Criterios subjetivos para seleccionar la distribución.

Vamos ahora a explicar cada uno de ellos:

Considera el caso de una fábrica que desea redistribuir sus instalaciones. Después de un análisis, la empresa ha obtenido la siguiente información:

1. Dimensiones de cada centro de trabajo (ver Cuadro 1)

Centro de trabajo	m^2
1. Pulido	1,000
2. Maquinado	950
3. Recepción y envío	750
4. Tornos	1,200
5. Herramientas	800
6. Inspección	700
	5,400

Cuadro 1. Dimensiones de cada centro de trabajo dentro de una fábrica.

2. Espacio disponible

Las dimensiones de la planta son las siguientes (ver Figura 8).



Figura 8. Dimensiones de la planta.

3. Distribución actual de la planta

La distribución actual de la planta es más o menos la siguiente (ver Figura 9):

50 m

CT2 CT4 CT3
CT6 CT5 CT1

CT: Centro de trabajo

90 m

Figura 9. Distribución actual.

Este es un caso de distribución "ideal". Normalmente, el espacio con el que dispones para colocar tu maquinaria, equipo, bodegas y demás instalaciones presenta algunas irregularidades como desniveles, varios pisos u otros. Aunque tu terreno tenga ciertas dimensiones, lo que debes tomar en cuenta es el espacio con el que realmente dispones.

4. Número de viajes o cargas entre departamentos

El número de viajes o cargas entre departamentos se puede representar en la "Matriz de flujo interdepartamental" (ver Figura 10).

	Al departamento					
Del departamento	1	2	3	4	5	6
1		20		20		80
2			10		75	
3				15		90
4					70	
5						
6						

Figura 10. Matriz de flujo interdepartamental.
(Número de viajes o cargas al día entre departamentos)

Los números dentro de la matriz representan el número de cargas entre departamentos por unidad de tiempo (por carga nos referimos a número de cajas, carretillas u otros mecanismos para transportar material). Cada carga tiene una cierta capacidad. Entre menor sea la capacidad de cada carga, el número de viajes para transportar todo el material será mayor. Estos números también pueden representar el número de viajes entre departamentos por unidad de tiempo.

Por ejemplo, entre el departamento 1 y 2, fluyen 20 cargas al día, en ambas direcciones; entre el 4 y 5, fluyen 70 cargas al día, en ambas direcciones, etcétera.

De acuerdo con el número de cargas entre departamentos, los departamentos 3 y 6 deberían estar juntos, al igual que los departamentos 1 y 6. Sin embargo, en la distribución actual no están juntos. Ello se debe a que en muchas ocasiones existen factores subjetivos que intervienen en la decisión sobre la distribución de las instalaciones. Estos factores se mencionan a continuación.

5. Grado de proximidad entre departamentos

Un aspecto muy importante que ha de considerarse al diseñar la distribución de tus instalaciones, es el grado de proximidad entre departamentos. En muchas ocasiones, aunque el número de cargas entre un departamento y otro es muy grande, no es conveniente que dichos departamentos estén juntos, por cuestiones de seguridad, ruido u otros factores. Debemos definir entonces el grado de cercanía que debe existir entre departamentos. Para ello, se ha creado el siguiente Código de proximidad entre departamentos que va desde Absolutamente necesario hasta Indeseable (ver Cuadro 2).

Código	Significado
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Cercanía ordinaria
U	Poco importante
X	Indeseable

Cuadro 2. Código de proximidad entre departamentos.

El grado de proximidad entre departamentos se puede representar mediante la "matriz de grado de proximidad" tal y como aparece en la Figura 11. Supón que la empresa ha asignado los siguientes códigos de proximidad entre departamentos:

	Al departamento					
Del departamento	1	2	3	4	5	6
1		E		I		X
2			E		I	
3				U		A
4					A	
5						
6						

Figura 11. Matriz de grado de proximidad entre departamentos.

Como podemos observar, aunque existe gran relación entre el departamento 1 y 6 (hay 80 cargas al día entre estos departamentos), por alguna razón la empresa no considera conveniente que dichos departamentos se encuentren juntos. Sin embargo, es absolutamente necesario que los departamentos 4 y 5 así como los departamentos 3 y 6 estén juntos.

6. Otros criterios subjetivos para la determinación de la distribución:

Además de la minimización de los costos de manejo de materiales y/o maximización de la eficiencia de la maquinaria y de la mano de obra, existen otros criterios para la selección de la distribución de las instalaciones. Estos criterios dependen en gran parte del tipo de sistema de producción de que se trate. En el Cuadro 3 se presentan algunos de estos criterios.

Planta de manufactura	Oficina	Tienda o servicio profesional
Manejo de materiales Flexibilidad Mantenimiento Productividad Ambiente laboral Seguridad	Comunicación Ambiente laboral	Conveniencia del cliente Flexibilidad Ventas Ambiente del lugar

Cuadro 3. Criterios para seleccionar la distribución de las instalaciones.

Como se puede observar en la tabla anterior, en una planta de manufactura un criterio importante para seleccionar la distribución de las instalaciones es el manejo de materiales. Sin embargo, puede suceder que por razones de seguridad, no sea conveniente que dos departamentos estén juntos, aunque el número de viajes entre dichos departamentos sea muy grande.

Por otra parte, podemos ver que en el caso de un negocio de servicio o comercio, el costo de manejo de materiales no es un factor muy importante al diseñar la distribución de las instalaciones. Lo que importa es crear un ambiente agradable para el cliente. Muchas veces la intención de colocar los departamentos en cierta forma es incrementar las ventas. Por ejemplo, la razón por la que en muchos supermercados los artículos de consumo (comida principalmente) se encuentran hasta el fondo de la tienda, no es por estética; la intención es que el cliente vaya pasando por otros departamentos como ‘‘Artículos del hogar’’, ‘‘Bebés’’, ‘‘Jardinería’’, etc., y compre artículos que originalmente no tenía intenciones de comprar.

Como ves, existen varios aspectos importantes que deberás considerar al seleccionar la distribución interna de tu planta o de tu negocio.

Ejercicio:

Menciona los 6 tipos de información requerida para llevar a cabo la distribución por proceso:

1. ______________________________
2. ______________________________
3. ______________________________
4. ______________________________
5. ______________________________
6. ______________________________

RESPUESTAS

1. Dimensiones de cada centro de trabajo.
2. Espacio disponible dentro de la planta.
3. Distribución actual de las instalaciones.
4. Matriz de flujo interdepartamental.
5. Grado de proximidad entre departamentos.
6. Criterios subjetivos para seleccionar la distribución.

Si recordaste 5 de los 6 puntos, sigue adelante. De no ser así, vuelve a leer todo el subtema Métodos para la distribución por proceso.

Además de esta información, es importante tomar en cuenta el proceso de producción de los productos para hacer la distribución de las instalaciones.

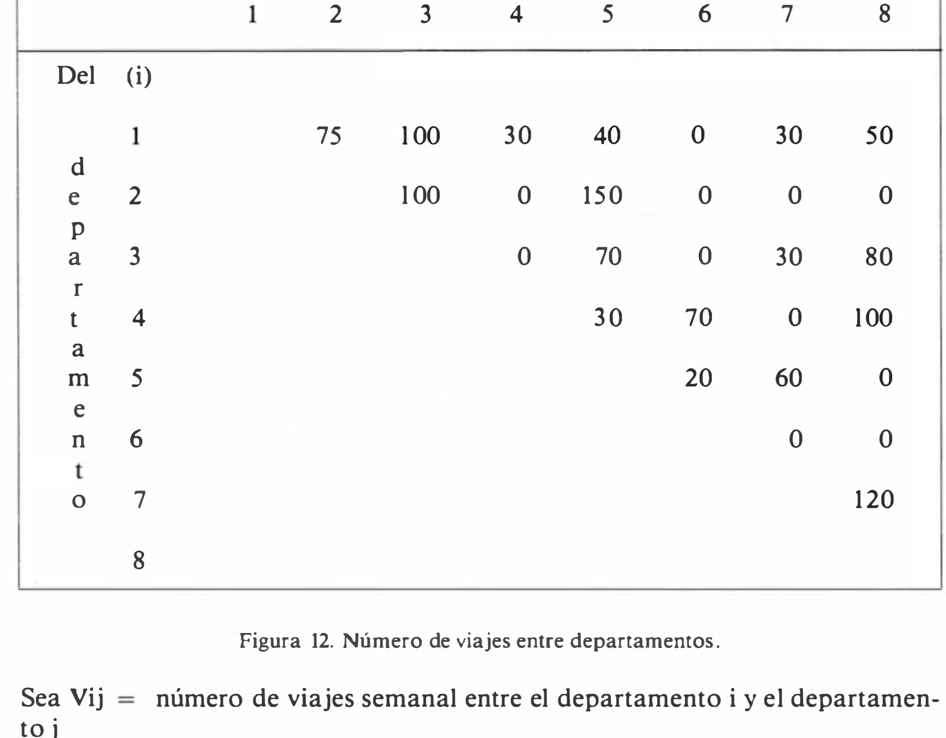
Una vez que cuentas con la información anterior, puedes empezar a diseñar la distribución de tu planta.

Existen varios métodos para hacer la distribución por proceso pero ninguno de ellos toma en cuenta todos los aspectos mencionados anteriormente (grado de proximidad, costo de manejo de materiales, dimensiones del local, tipo de proceso de producción, etc.). Sin embargo, te pueden servir como punto de partida para hacer la distribución de las instalaciones y, posteriormente, por ensayo y error, se pueden ir haciendo algunos ajustes.

A continuación, vamos a analizar dos métodos de distribución por proceso. Uno de ellos es un método cuantitativo y su finalidad es minimizar el costo de manejo de los materiales. El otro método es un método cualitativo y se basa fundamentalmente en el criterio de proximidad entre departamentos.

Método cuantitativo para la distribución por proceso

El objetivo de los métodos cuantitativos de distribución por proceso es ubicar los centros de trabajo que tengan gran interacción, de tal forma que queden unos cerca de otros, lo cual repercute en un flujo mínimo de materiales o personas.



Del departamento (i)	Al departamento (j) 1	2	3	4	5	6	7	8
1		75	100	30	40	0	30	50
2			100	0	150	0	0	0
3				0	70	0	30	80
4					30	70	0	100
5						20	60	0
6							0	0
7								120
8								

Figura 12. Número de viajes entre departamentos.

Sea Vij = número de viajes semanal entre el departamento i y el departamento j

donde i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
y j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Por ejemplo:

V1, 3 = número de viajes entre el departamento 1 y 3 = 100
V5, 7 = número de viajes entre el departamento 5 y 7 = 60
y así, sucesivamente.

2o. paso:

El siguiente paso consiste en determinar el costo de manejo de materiales por unidad de distancia recorrida en cada viaje. Este costo puede variar entre cada par de departamentos debido a que se pueden usar distintos métodos de manejo de materiales. Por ejemplo, se pueden usar bandas transportadoras automáticas para transportar los materiales de un departamento a otro, pero también pueden usarse carritos manuales para transportar material de un lado a otro. Incluso, puede haber un trabajador que se encargue de llevar material de un lugar a otro.

Los costos de manejo de materiales por viaje, por unidad de distancia (metros) para "Don Gepetto" se muestran en la Figura 13.

	Al departamento (j)							
Del departamento (i)	1	2	3	4	5	6	7	8
1		50	80	40	50	100	50	40
2			40	50	60	100	50	06
3				60	50	100	50	70
4					60	100	50	60
5						100	50	50
6							50	50
7								50
8								

Figura 13. Costos por viaje por metro de manejo de materiales (pesos).

Sea Cij = el costo por unidad de distancia por viaje recorrido del departamento i al departamento j
donde i = 1,2,3,4,5,6,7,8
y j = 1,2,3,4,5,6,7,8

Por ejemplo:

C1,7 = Costo por unidad de distancia por viaje del departamento 1 al departamento 7 = 50
C6,8 = Costo por unidad de distancia por viaje del departamento 6 al departamento 8 = 50

3er. paso:

Como tercer paso, debes determinar las distancias que existen entre cada par de departamentos. Las distancias dependen de la distribución de planta que se haya elegido originalmente.

Tomaremos la distribución que se muestra en la Figura 14 como la distribución inicial de la planta "Don Gepetto".

1	4	5	7	Recepción
2	3	6	8	Embarque

Figura 14. Distribución inicial de la planta "Don Gepetto".

Con esta distribución se calculó la distancia entre cada par de departamentos, tal como se muestra en la Figura 15.

Del departamento (i)	Al departamento (j) 1	2	3	4	5	6	7	8
1		30	50	30	60	80	80	100
2			40	50	80	70	100	90
3				30	50	40	70	60
4					30	50	60	70
5						30	40	50
6							50	40
7								30
8								

Figura 15. Distancia entre departamentos (metros).

Sea Dij = distancia entre el departamento i y el departamento j
en donde i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
y j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Por ejemplo:

D5,7 = Distancia en metros del departamento 5 al departamento 7 = 40 m
D3,4 = Distancia en metros del departamento 3 al departamento 4 = 30 m

4o. paso:

Una vez que se ha calculado:

Vij = número de viajes entre el departamento i y j
Cij = costo por unidad de distancia por viaje recorrido entre el departamento i y j
Dij = Distancia del departamento i al departamento j

Se procede ahora a calcular el costo total de manejo de materiales para cada par de departamentos. Este costo se calcula multiplicando Vij por Cij por Dij:

$$CT\,i,\ j = (Vij)(Cij)(Dij)$$

en donde

CTi, j = Costo total de manejo de materiales del departamento i al departamento j

Por ejemplo:

El costo total de manejo de materiales del departamento 1 al 2 es el siguiente:

$$CT1,2 = \underset{(V1,\,2)}{75} \times \underset{(C1,\,2)}{50} \times \underset{(D1,\,2)}{30} = \$112{,}500.00$$

Siguiendo este mismo procedimiento, calculamos los costos totales para todos los pares de departamentos. Los resultados se muestran en la Figura 16.

	Al departamento (j)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Del departamento (i)								
1		112.5	400	36	120	0	120	200
2			160	0	720	0	0	0
3				0	175	0	105	336
4					54	350	0	420
5						60	120	0
6							0	0
7								180
8								

(Miles de pesos)

Figura 16. Costos totales de manejo de materiales entre pares de departamentos

El costo total de manejo de materiales es la suma de todos los costos de materiales entre pares de departamentos. En este caso, el costo total es = $ 3,668,500.00 por semana.

5o. paso:

Una vez que se ha determinado el costo total de un plano inicial de distribución de planta, se podría preguntar si es posible hacer algunas mejoras para reducir el valor de costo total. Esta pregunta se puede contestar considerando algunos intercambios entre los pares de departamentos. Por ejemplo, si intercambiamos los departamentos 4 y 5 en la distribución inicial (ello implica volver a calcular las distancias del departamento 4 a los otros departamentos y del departamento 5 a los otros departamentos), al volver a calcular la matriz de costos, se obtiene un costo total = $3,144,500.00, es decir, una reducción de $524,000.00 por semana. Sin embargo, no es posible llegar a una solución óptima por este método, a menos que pueda evaluar todas las combinaciones posibles de distribución.

Cuando se trata de problemas pequeños, es factible enumerar todas las combinaciones posibles de distribución de planta. Pero en problemas más complejos, como el anterior, hay miles de combinaciones posibles. Sin embargo, existen algunos programas de computadora para aproximar una solución a problemas muy complejos de distribución de planta. Estos programas se mencionarán más adelante.

Como puedes observar, el objetivo principal de método de distribución de planta anterior únicamente busca minimizar el costo total de manejo de materiales tomando en cuenta aspectos cuantitativos como la distancia recorrida entre departamentos, número de viajes y costo por viaje por unidad de distancia. Pero no toma en cuenta aspectos cualitativos como pueden ser el tipo de proceso de producción, las dimensiones del terreno, la conveniencia de poner un departamento cerca de otro por razones de seguridad, etcétera.

A continuación presentaremos un método cualitativo que sí toma en cuenta estos aspectos cualitativos, pero no el costo de manejo de materiales.

Método cualitativo para la distribución por proceso. Planeación sistemática de la distribución de planta

Este método toma en cuenta criterios cualitativos para la distribución de la planta (por ejemplo, la conveniencia de colocar un departamento cerca de otro o a cierta distancia). En algunos casos, estos criterios cualitativos pueden ser más apropiados que los criterios cuantitativos.

El método de Planeación sistemática de distribución de planta (PSDP) establece que la conveniencia de colocar un departamento determinado adyacente a cualquier otro puede evaluarse mediante una de las siguientes categorías: "absolutamente necesario", "especialmente importante", "importante", "cercanía común correcta", "poco importante" e "inconveniente". Esta jerarquización cualitativa puede basarse en consideraciones de seguridad industrial, conveniencia del cliente o flujos aproximados entre

distintos departamentos. Por ejemplo, en un supermercado, podría ser conveniente colocar el departamento de alimentos para bebés cerca del lugar donde se encuentra la leche para facilitar las compras; también podría ser conveniente colocar los artículos pesados cerca de la puerta del supermercado para reducir las distancias de transporte y los artículos de costo elevado debieran tal vez colocarse cerca de las cajas registradoras para reducir las posibilidades de robo. Este tipo de relaciones cualitativas puede especificarse usando la técnica PSDP. Veamos el siguiente ejemplo de un supermercado típico. En el Cuadro 5 se pueden apreciar los diferentes departamentos del supermercado.

Departamento		Area (m^2)
1	Frutas, verduras y carnes	1,900
2	Alimentos congelados	1,700
3	Abarrotes secos	2,800
4	Recepción	1,00
5	Alimentos enlatados	1,500
6	Area de salida	1,100
7	Panes y bocadillos	900
8	Productos no alimenticios	800

Cuadro 5. Diferentes departamentos en un supermercado.

En la siguiente matriz se presentan las relaciones de proximidad entre pares de departamentos así como la razón para esta relación de proximidad (Figura 17).

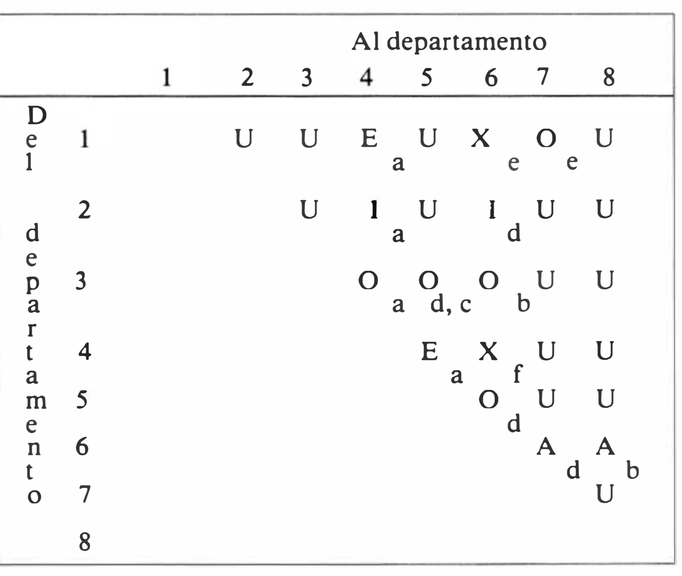




Figura 17. Matriz de Relación/Razón.

En los cuadros 6 y 7 se muestran los códigos de relaciones de proximidad y razones para la relación, respectivamente.

Jerarquización	Definición de las relaciones	Símbolo
A	Absolutamente necesaria	════
E	Especialmente importante	═══
I	Importante	══
O	Cercanía común correcta	──
U	Poco importante	
X	Indeseable	----------------

Cuadro 6. Código de relaciones de proximidad.

Código	Razón para la relación (razón*)
a	Manejo de materiales
b	Facilidad de supervisión
c	Personal común
d	Conveniencia del cliente
e	Mejoras en las ventas
f	Apariencia

* Pueden añadirse otras

Cuadro 7. Código de razones para la relación.

Una vez especificadas las relaciones cualitativas, es necesario encontrar una forma para resolver el problema. Cuando se trata de problemas pequeños, esto puede hacerse por inspección visual, tal como se muestra en la Figura 18. En estos casos sólo se trata de colocar cerca los departamentos que sean absolutamente esenciales; las relaciones especialmente importantes pueden también satisfacerse haciendo adyacentes los departamentos, de ser posible, o localizándolos separados por un departamento, y así sucesivamente, hasta que las relaciones departamentales incovenientes queden satisfechas colocando los departamentos lo más separados posible. La solución que se muestra en la Figura 19 no es necesariamente una solución "óptima" sino sólo una buena solución elegida con propósitos ilustrativos.

Figura 18. Uso de los símbolos de las relaciones de proximidad.

Figura 19. Diagrama de bloques de la distribución de un supermercado.

Una vez realizado el diagrama de bloques de la distribución, con ayuda del código de proximidad, debe realizarse un plano final de la distribución, tal como se muestra en la Figura 20.

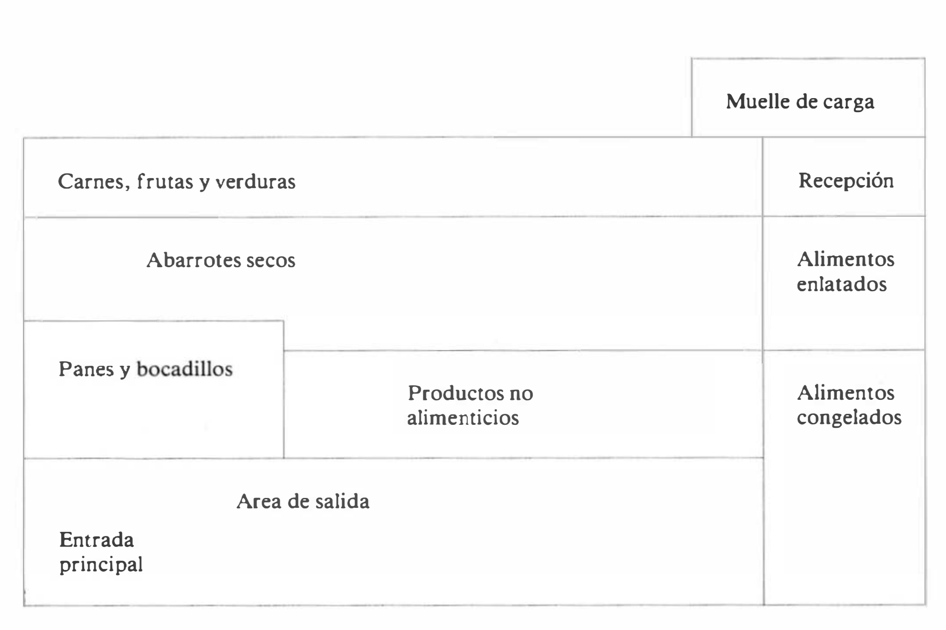


Figura 20. Distribución final del supermercado.

Cuando se trata de problemas más grandes, la solución no puede obtenerse mediante inspección sino que deben usarse métodos computarizados por medio de los cuales se intenta considerar todas las relaciones especificadas y llegar a una solución óptima (o satisfactoria). Estos métodos requieren que las relaciones cualitativas se conviertan en una escala numérica y el problema que así se obtiene se resuelve mediante un algoritmo matemático. La solución obtenida puede no reflejar en forma muy exacta las relaciones cualitativas que se especificaron al principio; por lo tanto, será necesario hacer algunos ajustes. Algunos de estos métodos computarizados se expondrán más adelante.

La formulación cualitativa de la distribución de planta ha sido aplicada a muchos tipos de situaciones entre las que se incluyen fábricas, almacenes, oficinas y operaciones de servicios. Este método puede aplicarse a cualquier problema de distribución de planta porque siempre es posible especificar relaciones cualitativas entre departamentos. En las industrias de servicio es común encontrarse con problemas cualitativos de distribución de planta, donde los clientes interactúan directamente con las instalaciones. En estos casos, las preferencias del cliente en cuanto a la ubicación relativa de las instalaciones se convierte en una importante consideración cualitativa.

Planeación de la distribución de la planta por computadora

La planeación computarizada de la distribución de planta para procesos intermitentes ha evolucionado desde 1963, cuando se desarrolló el programa CRAFT, que fue el primer programa práctico. Hoy en día, de acuerdo con el catálogo del *Center for Environmental Research*, existen unos ochenta programas de computadora disponibles. A continuación, se examinan los tres programas más populares: el CRAFT para criterios cuantitativos y el CORELAP y el ALDEP para criterios cualitativos.

1. CRAFT (*Computarized Relative Allocation of Facilities:* Distribución relativa de las instalaciones por computadora).

El programa CRAFT lo desarrollaron Armour y Buffa (1963) y más tarde lo perfeccionaron Buffa, Armour y Vollman (1964). En este programa se usa un criterio cuantitativo para la formulación de la distribución de planta y puede resolver problemas que abarcan hasta 40 departamentos o centros de actividad.

2. ALDEP (*Automated Layout Design Program:* Programa automatizado para el diseño de la distribución de planta). El programa ALDEP lo desarrolló la IBM en 1967 y lo describieron Seehof y Evans (1967). Los programas ALDEP y CORELAP manejan sólo problemas de distribución de planta con criterios cualitativos.

3. CORELAP (*Computerized Relationship Layout Planning:* Planeación computarizada de las relaciones de distribución de planta). El CORELAP es también un programa de criterio cualitativo para obtener una distribución de planta. Fue originalmente desarrollado por Lee y Moore (1967) y después fue mejorado por Sepponen (1969). Moore (1971) desarrolló también una versión computarizada interactiva. El CORELAP puede manejar hasta 70 departamentos.

Método de distribución por producto

En la distribución por producto, el equipo, la maquinaria, la mano de obra y otras instalaciones están destinadas a una línea de producción específica conocida como "Línea de ensamble".

Una Línea de ensamble es un ensamble progresivo de artículos, unido por un dispositivo de manejo de materiales.

La línea de ensamble más común es una banda transportadora que pasa por una serie de estaciones o centros de trabajo en un intervalo de tiempo denominado Tiempo de ciclo.

En cada centro de trabajo, se añaden partes al producto o se completa la operación de ensamble. El trabajo realizado en cada estación consiste en una o más actividades o tareas, por lo que el trabajo total por realizar en una estación de trabajo es igual a la suma de las tareas asignadas a ese centro de trabajo.

El objetivo fundamental de la distribución por producto es minimizar el tiempo ocioso y aumentar la eficiencia de la maquinaria y los trabajadores. Ello se logra mediante un balanceo adecuado de la línea de ensamble.

Balanceo de líneas

> El Balanceo de líneas consiste en la agrupación de las actividades secuenciales de trabajo en centros de trabajo, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipo y de esa forma reducir o eliminar el tiempo ocioso.

Las actividades compatibles entre sí se combinan en grupos de tiempos aproximadamente iguales que no violan las relaciones de precedencia, las cuales especifican el orden en que deben ejecutarse las tareas en el proceso de ensamble.

Pasos para el balanceo de líneas

1er paso:

Haz una lista de todas las actividades o tareas necesarias para fabricar tu producto.

Ejemplo 1:

Un tren de juguete será ensamblado en una banda transportadora. Se requieren 500 unidades al día. El tiempo disponible de producción al día es de 420 minutos (la fábrica trabaja un turno de 7 horas al día). Las actividades requeridas para ensamblar el tren así como los tiempos de operación de cada actividad se muestran en el siguiente cuadro.

Actividad	Tiempo de operación (segundos)
A	45
B	11
C	9
D	50
E	15
F	12
G	12
H	12
I	12
J	8
K	9

Cuadro 8. Actividades y tiempos de operación requeridas para el ensamble de un tren de juguete.

2o. paso:

Especifica el orden en que deben realizarse las tareas utilizando un diagrama de precedencia.

Este diagrama consiste en círculos y flechas. Los círculos representan las tareas por realizar y las flechas indican el orden en que deben ejecutarse las tareas. En el siguiente cuadro se muestran los antecedentes para cada actividad:

Actividad	Antecedente inmediato
A	—
B	A
C	B
D	—
E	D
F	C
G	C
H	E
I	E
J	F, G, H, I
K	J

Cuadro 9. Relaciones de precedencia entre las actividades requeridas para la fabricación de un tren de juguete.

Como se puede ver en el cuadro anterior, para que pueda realizarse la actividad A, no se requiere haber realizado ninguna actividad antes, es decir, que no hay antecedentes para A. Sin embargo, podemos ver que para poder realizar B, primero debo realizar A. Para poder llevar a cabo la actividad E, tengo que haber terminado la actividad D, y así, respectivamente.

Esta relación de precedencia se puede apreciar mediante el diagrama de precedencia que se presenta a continuación (Figura 21).

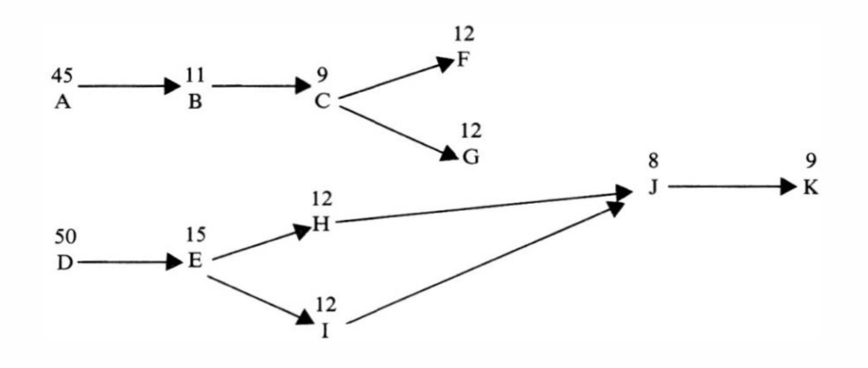


Figura 21. Diagrama de precedencias.

3er. paso:

Determina el tiempo de ciclo requerido.

El tiempo de ciclo es la duración de tiempo que cada componente tiene disponible en un centro de trabajo. Es el tiempo máximo disponible en un centro de trabajo.

El tiempo de ciclo es también el tiempo que transcurre para que los productos terminados dejen la línea de producción.

El tiempo de ciclo (C) se calcula de la siguiente forma:

$$C = \frac{\text{Tiempo disponible por periodo (día, mes, semana)}}{\text{Producción requerida (en unidades) por periodo}}$$

Aplicando esta fórmula al ejemplo del tren:

$$C = \frac{\text{420 min al día}}{\text{500 trenes al día}}$$

Debido a que los tiempos de operación de cada una de las actividades están dados en segundos, debemos convertir el tiempo disponible al día de minutos a segundos. Esto lo hacemos multiplicando 420 minutos por 60 segundos. El resultado es el siguiente:

$$C = \frac{\text{420 min x 60 segundos}}{\text{500 trenes al día}} = \frac{\text{2,5200 segundos al día}}{\text{500 trenes al día}}$$

$$C = \text{50.4 segundos/tren}$$

El tiempo de ciclo es de 50.4 segundos, que es el tiempo máximo permitido en cada centro de trabajo para realizar la actividad o actividades asignadas a dicho centro.

4o. paso:

Determina el Número teórico (Nt) de estaciones de trabajo requerido para satisfacer el tiempo de ciclo.

El Número teórico de estaciones de trabajo nos indica, en teoría, cuántas estaciones de trabajo deben existir a fin de evitar ineficiencia de la mano de obra o maquinaria.

El Número teórico de estaciones de trabajo te indica también el número de trabajadores que en teoría debes de tener a lo largo de tu línea de ensamble. La idea fundamental es que cada trabajador se haga cargo de una estación de trabajo, y de esta forma, se logre un mayor aprovechamiento de la mano de obra.

Imagina, por ejemplo, que cada trabajador estuviera a cargo de cada una de las actividades. En el caso del tren de juguete, esto significaría que deberías de tener 11 trabajadores asignados a tu línea de producción. ¿Te imaginas lo ineficiente que resultarían tus trabajadores? por ejemplo, el trabajador encargado de la actividad J estaría mucho tiempo ocioso, ya que no puede realizar su trabajo hasta que se hayan completado las actividades anteriores. Lo mismo sucede con los trabajadores asignados a las actividades B, C, E, F, G, H, I y K. La idea del balanceo de líneas es precisamente agrupar las actividades similares en centros de trabajo, cada uno de los cuales estará a cargo de un trabajador, y de esta forma, reducir la cantidad de mano de obra y aumentar su aprovechamiento.

El Número teórico de estaciones de trabajo se calcula de la siguiente manera:

$$Nt = \frac{\text{Suma de los tiempos de todas las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

Tomando los datos de la tabla 1 del ejemplo de los trenes:

$$Nt = \frac{195 \text{ segundos}}{50.4 \text{ segundos}}$$

$$Nt = 3.86 = 4 \text{ estaciones de trabajo}$$

En este ejemplo, debe haber únicamente 4 estaciones de trabajo o 4 trabajadores para alcanzar la máxima eficiencia. Hay que hacer notar, sin embargo, que el Nt no toma en cuenta las relaciones de precedencia entre las actividades. Estas relaciones pueden hacer que el número real de estaciones de trabajo sea mayor, como veremos más adelante.

5o. paso:

Agrupa las tareas (empezando por aquellas cuyo tiempo de operación sea más largo) en la primera estación de trabajo hasta que la suma de éstas sea menor o igual al tiempo de ciclo (siempre respetando la precedencia de las tareas). Repite el proceso para las siguientes estaciones hasta que todas las tareas sean asignadas. Continuando con el ejemplo de los carburadores:

De acuerdo con la regla anterior, debemos empezar por agrupar la actividad D, cuyo tiempo de operación es el más largo e igual a 50 segundos. D quedará en una sola estación de trabajo ya que si la agrupo con otra actividad me paso del tiempo de ciclo que es de 50.4 segundos. Por ejemplo, si agrupo D con la actividad E, el tiempo total es de 65 segundos que es mayor al tiempo de ciclo.

La siguiente actividad a agrupar es la actividad A, cuyo tiempo de operación es de 45 segundos. Nuevamente, esta actividad quedará sola, ya que si la agrupo con otra actividad, que en este caso sería la E (por tener el tiempo de operación más largo después de D y A), vuelvo a pasarme del tiempo de ciclo.

Vamos ahora a continuar agrupando las actividades. En este caso, la siguiente es la actividad E (tiempo de operación igual a 15 segundos). En este caso, puedo seguir agrupando, en el mismo centro de trabajo otras actividades. De acuerdo con la regla de tiempo de operación más largo, debería seguir con cualquiera de las actividades F, G, H e I, pues las cuatro tienen el siguiente tiempo de operación más largo, que es de 12 segundos. Sin embargo, F y G deben ser excluidas por lo pronto ya que para poder realizarlas, debo primero realizar la actividad B y C (a esto nos referimos cuando hablamos de respetar las relaciones de precedencia de las actividades). Entonces, agruparemos H e I junto con E. ¿Es posible agrupar otra actividad en este mismo centro de trabajo? Desde luego que sí. Si sumamos los tiempos de operación de las actividades E, H e I, esto nos da un total de 39 segundos, mientras que el tiempo máximo permitido es de 50.4 segundos. Si tomamos en cuenta la actividad con el siguiente tiempo de operación más largo, respetando también las relaciones de precedencia, la actividad que podemos agrupar junto con E, H e I, es la actividad B (11 segundos).

Finalmente, en el último centro de trabajo agruparemos las actividades C, F, C, J y K, cuyo tiempo total de operación es de 50 segundos. En la figura 22 se muestra el balanceo de la línea de ensamble de trenes.

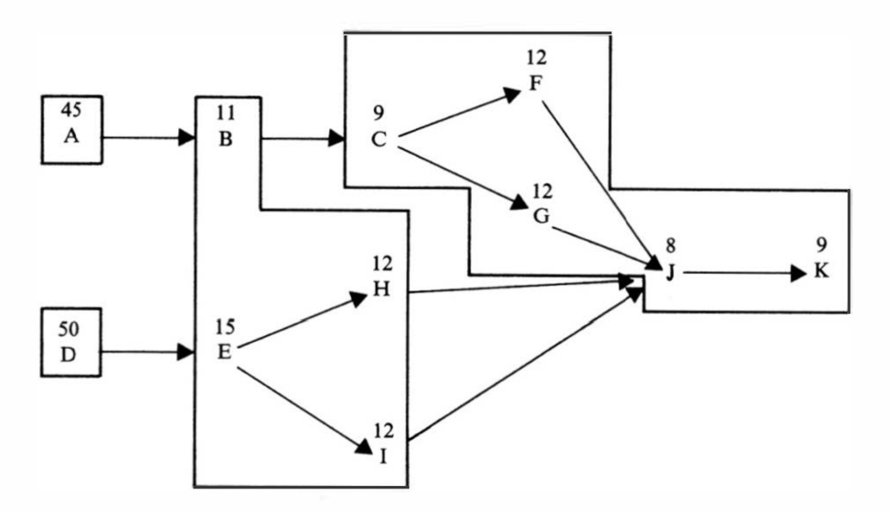


Figura 22. Balanceo de la línea de ensamble de trenes de juguete.

En el Cuadro 10 se muestra la asignación final de las actividades en los centros de trabajos.

Estación de trabajo	Tarea	Tiempo de operación (seg.)	Tiempo ocioso (seg.)
1	D	50	0.4
2	A	45	5.4
3	E	15	
	H	12	
	I	12	
	B	11	0.4
		50	
4	C	9	
	F	12	
	G	12	
	J	8	
	K	9	
		50	0.4
			6.6

Cuadro 10. Asignación de las actividades en los centros de trabajo (ensamble de trenes de juguete).

En este ejemplo, el número teórico de estaciones de trabajo coincidió con el número real de estaciones de trabajo. Sin embargo, puede darse el caso de que este último sea mayor ya que toma en cuenta también las relaciones de precedencia entre las actividades.

> El número real de estaciones de trabajo es el número de centros de trabajo o trabajadores requeridos, tomando en cuenta las relaciones de precedencia entre las actividades.

6o. paso:

Evalúa la eficiencia (E) del balanceo.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de todas las tareas}}{(\text{Nr}) \times (\text{C})}$$

donde Nr = Número real de estaciones de trabajo.

La eficiencia, en el caso del ejemplo de los trenes es:

$$E = \frac{195}{4 \times 50.4}$$

$$E = 0.967 = 96.7\%$$

Por lo que podemos decir que el balanceo de la línea de ensamble de trenes de juguete es muy eficiente.

Ejemplo 2:

Una línea de ensamble de carburadores requiere de las actividades que se muestran en el Cuadro 11 para fabricar un producto:

Actividad	Tiempo (minutos)	Antecedente
A) Ensamblar el mango del estrangulador (SA1)	0.4	—
B) Ensamblar el obturador del estrangulador (SA2)	0.7	—
C) Ensamblar SA1, SA2 y cárter (A1)	0.5	1,2
D) Inspección	0.7	3
E) Ensamblar aguja y clip (SA3)	0.4	—
F) Ensamblar SA3 con Al (H1)	0.2	5
G) Ensamblar boya del carburador y mango con H1 (A3)	0.1	6
H) Inspección	0.3	7
I) Ensamblar arandela, tasa del flotador y perno (SA4)	0.4	—
J) Ensamble final de SA4 y arandela con A3	0.5	9
K) Inspección final	0.6	10

Cuadro 11. Actividades requeridas para el ensamble de carburadores.

La empresa debe fabricar 6,500 unidades a la semana. Se trabajan 5 días a la semana, 3 turnos al día de 8 horas cada turno.

2o. paso

Elabora el diagrama de precedencia. El diagrama se muestra en la Figura 23 (no tiene que ser exactamente igual).

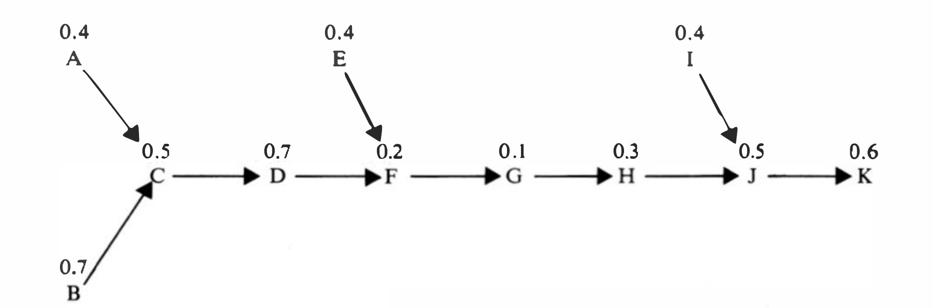


Figura 23. Diagrama de precedencias de la línea de ensamble de carburadores.

3er. paso:

Calcula el tiempo del ciclo. El tiempo de ciclo es el siguiente:

$$C = \frac{\text{Tiempo disponible por periodo}}{\text{Producción requerida por periodo}}$$

Debido a que los tiempos de operación de las actividades están dados en minutos, el tiempo disponible por periodo debemos calcularlo también en minutos. Por lo tanto:

$$C = \frac{(5 \text{ días}) \times (3 \text{ turnos/día}) \times (8 \text{ horas/turno}) \times (60 \text{ min/hora})}{6,500 \text{ unidades}}$$

$C = 1.10$ minutos/unidad

4o. paso:

Calcula ahora el Número teórico de estaciones de trabajo. El Nt de estaciones de trabajo es:

$$Nt = \frac{4.8 \text{ minutos (suma del tiempo de todas las actividades)}}{1.10 \text{ minutos (tiempo del ciclo)}}$$

$Nt = 4.36 = 5$ estaciones

Debo agrupar en 5 estaciones de trabajo todas las actividades a fin de maximizar la eficiencia.

5o. paso:

Agrupa las actividades (balancea la línea) empezando por las actividades con tiempo de operación más largo y respetando las relaciones de precedencia. En

la Figura 24 se muestra el balanceo final de la línea de ensamble de carburadores:

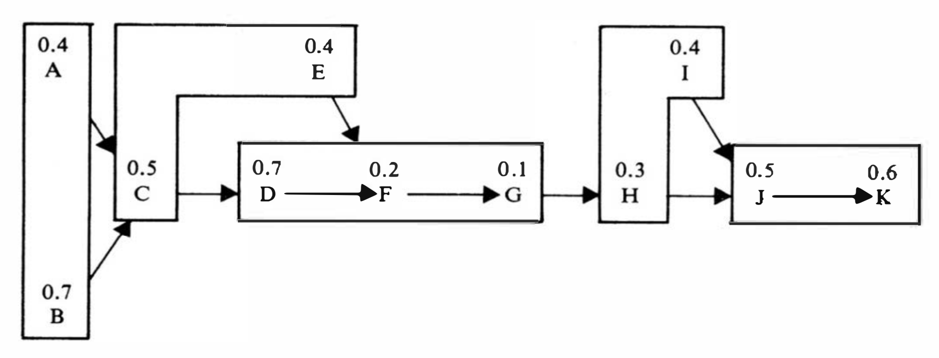


Figura 24. Balanceo de la línea de ensamble de carburadores.

La asignación final se muestra en el Cuadro 12:

Estación de trabajo	Actividades	Tiempo de operación (minutos)	Tiempo ocioso (minutos)
1	A	0.4	
	B	0.7	
		1.1	0
2	C	0.5	
	E	0.4	
		0.9	0.2
3	D	0.7	
	F	0.2	
	G	0.1	
		1.0	0.1
4	H	0.3	
	I	0.4	
		0.7	0.4
5	J	0.5	
	K	0.6	
		1.1	0

Cuadro 12. Asignación de las actividades en los centro de trabajo (ensamble de carburadores).

6o. paso:

Calcula la eficiencia del balanceo. La eficiencia será:

$$E = \frac{4.8 \text{ minutos}}{(1.10 \text{ min}) \times (5 \text{ estaciones})}$$

$$E = 0.87 = 87\%$$

Ejemplo 2a:

Supón ahora que debido a razones presupuestales, la línea de ensamble de carburadores puede disponer únicamente de 4 trabajadores. Esto significa que sólo es posible agrupar todas las actividades para ensamblar los carburadores en 4 estaciones de trabajo.

a) ¿Cuál sería el nuevo tiempo de ciclo?

Cuando tenemos una restricción como la anterior, el tiempo de ciclo se calcula con la fórmula de Número teórico de estaciones de trabajo (Nt).

$$Nt = \frac{\text{Suma de todos los tiempos de las actividades}}{\text{Tiempo de ciclo (C)}}$$

Despejando el tiempo de ciclo de esta fórmula tenemos que:

$$C = \frac{\text{Suma de todos los tiempos de las actividades}}{\text{Número de estaciones de trabajo}}$$

$$C = \frac{4.8 \text{ minutos}}{4}$$

$$C = 1.2 \text{ minutos/unidad}$$

Lo anterior significa que cada centro de trabajo tiene disponible como máximo 1.2 minutos para relizar la actividad o actividades asignadas a ese centro.

b) Realiza un nuevo balanceo con el nuevo tiempo del ciclo. En la Figura 25 se muestra el nuevo balanceo de la línea:

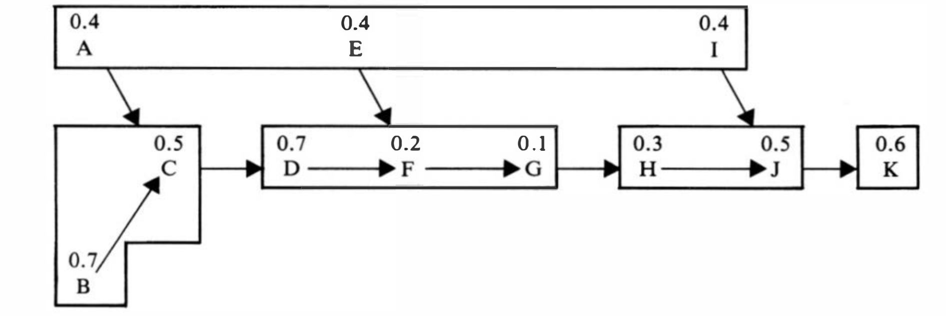


Figura 25. Balanceo de la línea de ensamble de carburadores usando un tiempo de ciclo igual a 1.2 minutos/unidad.

Como puedes ver, no es posible realizar el balanceo con un tiempo de ciclo igual a 1.2 minutos y 4 estaciones de trabajo. Cuando esto sucede, lo que debes hacer es aumentar el tiempo de ciclo.

Por ejemplo, aumentando el tiempo de ciclo a 1.3 minutos, vemos que sí es posible agrupar las actividades en cuatro estaciones de trabajo (ver Figura 26). Obviamente esto provocará una baja en la eficiencia.

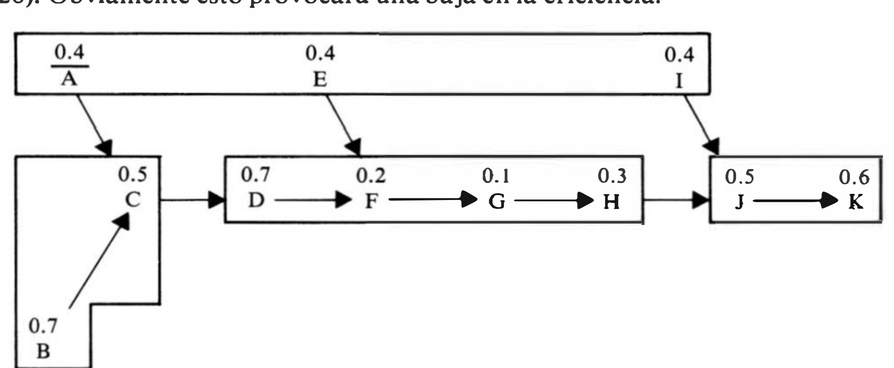


Figura 26. Balanceo de la línea de ensamble de carburadores usando un tiempo de ciclo igual a 1.3 minutos/unidad.

c) ¿Cuál es la eficiencia del balanceo anterior?

$$E = \frac{4.8 \text{ minutos}}{(4 \text{ estaciones}) \times (1.3 \text{ minutos})}$$

$$E = 0.92 = 92\%$$

Ejemplo 2b:

Supón ahora que la empresa puede asignar 10 trabajadores a la línea de ensamble de carburadores; por lo tanto, puede agrupar las actividades en 10 estaciones de trabajo.

a) ¿Cuál sería el nuevo tiempo de ciclo?

Utilizando nuevamente la fórmula de número teórico de estaciones de trabajo y despejando el tiempo de ciclo, obtenemos el siguiente resultado:

$$C = \frac{4.8 \text{ minutos}}{10 \text{ estaciones}}$$

$$C = 0.48 \text{ minutos/unidad}$$

Vemos que el tiempo de ciclo ha disminuido a 0.48 minutos. Sin embargo, es imposible utilizar este tiempo de ciclo para balancear la línea de ensamble de los carburadores ya que el tiempo de la actividad más larga es de 0.7 minutos. De lo anterior podemos inferir una regla para el balanceo de líneas:

> El tiempo de ciclo siempre será IGUAL o MAYOR al tiempo de la actividad más larga.

Ejemplo 2c:

Finalmente, supón que la empresa sólo cuenta con un trabajador para toda la línea.

a) ¿Cuál es el tiempo de ciclo?

$$C = \frac{\text{Suma del tiempo de todas las actividades}}{\text{Número de estaciones de trabajo}}$$

$$C = \frac{4.8 \text{ minutos}}{1 \text{ estación}} =$$

$$C = 4.8 \text{ minutos}$$

De lo anterior concluimos que:

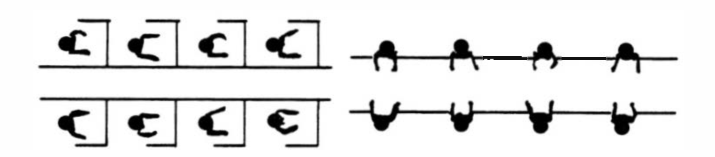
> El tiempo de ciclo para una línea de ensamble con un centro de trabajo es igual a la suma del tiempo de todas las actividades

Innovaciones en líneas de ensamble

Como has podido observar en los ejemplos anteriores, el balanceo de las líneas generalmente da lugar a tiempos diferentes de las estaciones de trabajo

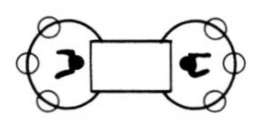
(por ello hay tiempos ociosos). Para hacer frente a este problema, en la actualidad se han desarrollado e implantado las líneas de ensamble flexibles, como las que se muestran en la Figura 27.

En esta figura se muestran las líneas de ensamble tradicionales y se comparan con las líneas flexibles. Se mencionan asimismo las desventajas de las primeras y las ventajas de las segundas.



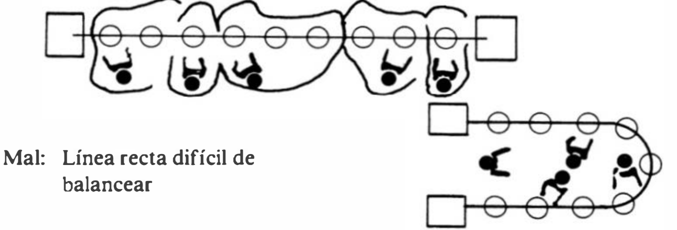
Mal: Trabajadores aislados. No pueden intercambiar elementos de trabajo entre ellos

Mejor: Trabajadores pueden intercambiar elementos de trabajo. Se puede añadir o quitar trabajadores.



Mal: Trabajadores aislados. No se puede aumentar la producción con un tercer trabajador

Mejor: Trabajadores pueden ayudarse uno al otro. Puede incrementarse la producción con un tercer trabajador



Mal: Línea recta difícil de balancear

Mejor: Una de las ventajas de una línea en U es el mejor acceso de los trabajadores

Figura 27. Líneas de ensamble flexibles.

▶ *Diseño celular*

Hemos dicho que el Diseño celular consiste en una agrupación de equipo y maquinaria diferentes en células de trabajo que fabrican productos con formas y requerimientos de proceso similares. En los últimos años, el "Grupo tecnológico", como se conoce también al Diseño celular, se ha implantado en gran cantidad de empresas con muy buenos resultados. Algunos beneficios de este tipo de distribución ya se mencionaron en este fascículo.

Vamos ahora a exponer, en forma muy breve, cómo desarrollar un Diseño celular.

Desarrollo de un Diseño celular

Como veremos a continuación, el desarrollo de este tipo de distribución de planta requiere del apoyo de la computadora. En el punto anterior mencionamos algunos programas de computadora para hacer la distribución de planta. Uno de ellos, el programa "CRAFT", puede ayudarte a llevar a cabo un Diseño celular. En caso de estar interesado, te sugerimos que consultes con un asesor en programas de cómputo sobre este programa. Por ello, en esta sección expondremos muy brevemente en qué consiste el desarrollo de un Diseño celular.

La conversión de una distribución por proceso a una de Diseño celular consta de tres pasos básicamente:

1. Agrupar partes o piezas en familias que sigan la misma secuencia de operaciones. Este paso requiere del desarrollo de un sistema computarizado de codificación y clasificación de partes.

2. Identificar modelos de flujos dominantes de familias de partes como base para la definición o redefinición de proceso y selección de células.

3. Agrupar máquinas y procesos en células. Es común que algunas partes o piezas no puedan asociarse con una familia de partes y que maquinaria especializada no pueda colocarse en una célula debido a que es de uso general. Estas piezas y maquinarias deberán colocarse en una célula aparte.

Ejemplo:

Una empresa fabrica 15 piezas (a,b,c,d,e,... o) las cuales pasan por diferentes procesos: pulido, esmerilado, corte, etc. La empresa desea llevar a cabo un diseño celular con el fin de maximizar eficiencia y minimizar costos de manejo de materiales y proceso.

1. Agrupación de partes en familias

Tomando como base las operaciones que deben realizarse sobre cada pieza, éstas se han agrupado de la siguiente forma (ver Cuadro 13).

Familia	Piezas	Requerimientos*
1	a,f,l	Pulido, esmerilado, corte
2	c,e,o	Molino, esmerilado, corte
3	b,d,g	Estampado, esmerilado, corte
4	m,n	Perforado, esmerilado, corte
5	h,k	Perforado, torneado
6	j	Torneado, molino
7	i	Perforado, torneado, molino

* La empresa cuenta únicamente con dos máquinas de cada una.

Cuadro 13. Agrupación de piezas en familias.

2. Identificación de modelos de flujo dominante y selección de células

En este paso debemos analizar qué familias de partes tienen operaciones en común (flujos dominantes) a fin de agruparlas en una misma célula de trabajo.

3. Agrupar físicamente la maquinaria y procesos en celdas de manufactura

Una vez realizado el análisis anterior, se procede a agrupar las familias de partes en células, como se muestra en el Cuadro 14.

Familia	Piezas	Requerimientos	Célula
1 2	a,f,l c,e,o	Molino, esmerilado, corte, pulido	1
3 4	b,d,g m,n	Perforado, esmerilado, corte, estampado	2
5 6 7	h,k j i	Perforado, torneado, molino	3

Cuadro 14. Agrupación de familias de piezas en células.

Como puedes ver, el objetivo del diseño celular es clasificar las piezas en familias, de manera que puedan diseñarse procesos de producción en masa para estas familias. Los talleres no se basan en las características funcionales de las máquinas, más bien son grupos de máquinas diferentes (células) que son necesarias para la producción en masa de las familias de piezas. ¿Los beneficios de este diseño?

Menores costos de arranque y preparación de las máquinas.
Menor tiempo de manufactura (transporte y demoras).
Menor manejo de materiales.
Facilita el control de la calidad.
Mejor relación entre los trabajadores.

...y todo ello se traduce en:

¡Eficiencia, calidad, mejor servicio a tus clientes, disminución en costos y mayores ganancias!

Con esto damos fin al fascículo 3 de este Módulo I del Paquete de Producción. Ojalá que algo de lo que has aprendido a lo largo del mismo pueda ser de gran utilidad para el éxito de tu negocio.

Resuelve ahora la siguiente evaluación final y verifica posteriormente tus resultados. Al terminar, resuelve el ejercicio práctico que aparece al final de este fascículo.

¡MUCHA SUERTE Y ADELANTE!

Evaluación final

1) Menciona los tres tipos de costos asociados a la localización de tu negocio:

1. ______________________________

2. ______________________________

3. ______________________________

2) Define los siguientes conceptos:

1. Capacidad de diseño: ______________________________

2. Capacidad máxima: ______________________________

____

____

____

3. Capacidad del sistema: ___________________________

____

____

____

3) Menciona los cuatro tipos más comunes de distribución de las instalaciones:

1. ____
2. ____
3. ____
4. ____

4) Menciona dos características, dos ventajas y dos desventajas de cada uno de los tipos de distribución mencionados en la pregunta anterior:

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

5) Menciona cuatro aspectos que debes tomar en cuenta en la distribución por proceso:

1. ____
2. ____
3. ____
4. ____

6) Menciona cuatro criterios para tomar la decisión de distribución de las instalaciones:

1. ______________________________

2. ______________________________

3. ______________________________

4. ______________________________

7) ¿En qué consiste el balanceo de líneas?

____

____

____

____

____

8) Resuelve el siguiente ejercicio:

Una línea de ensamble requiere de las siguientes actividades para fabricar un producto:

Actividad	Tiempo (min.)	Antecedente
A	5	—
B	10	A
C	4	B
D	6	B
E	4	C, D
F	2	E
G	4	F
H	5	G
I	3	H
J	2	G
K	5	J
L	8	G
M	4	L
N	2	I, K, M
O	6	N
P	1	O
Q	5	P

La línea de ensamble trabaja durante 8 horas al día, tiempo durante el cual se deben producir 48 unidades.

a) Haz un diagrama de precedencias.
b) Calcula el tiempo de ciclo.
c) Calcula el número teórico de estaciones de trabajo.
d) Haz el balanceo de la línea.
e) Calcula la eficiencia de tu balanceo.

8) Menciona los tres pasos para hacer un diseño celular:

1. ____________________

2. ____________________

3. ____________________

RESPUESTAS

1) Regresa al punto 1 y verifica tu respuesta.
2) Regresa al punto 2.1 y verifica tu respuesta.
3) Regresa al punto 3.1 y verifica tu respuesta.
4) Regresa al punto 3.1 y verifica tu respuesta.

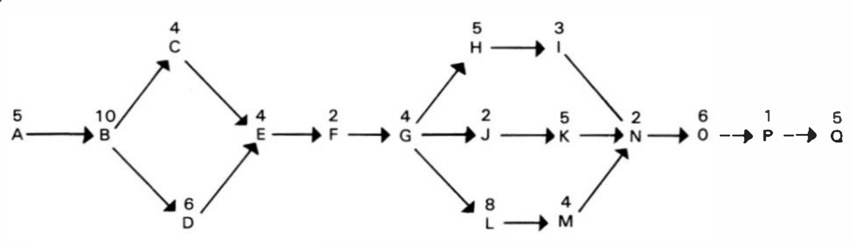
5) 1. Dimensiones de cada centro de trabajo.
   2. Dimensiones de la planta.
   3. Número de viajes entre departamentos.
   4. Grado de proximidad.
   5. Criterios subjetivos.
   6. Distribución actual.

6) 1. Costo de manejo de materiales.
   2. Flexibilidad.
   3. Productividad.
   4. Ambientelaboral.
   5. Seguridad.
   6. Conveniencia del cliente.

7) El balanceo de líneas consiste en la agrupación de las actividades secuenciales de trabajo en los centros laborales para lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y maquinaria y de esa forma disminuir tiempos ociosos.

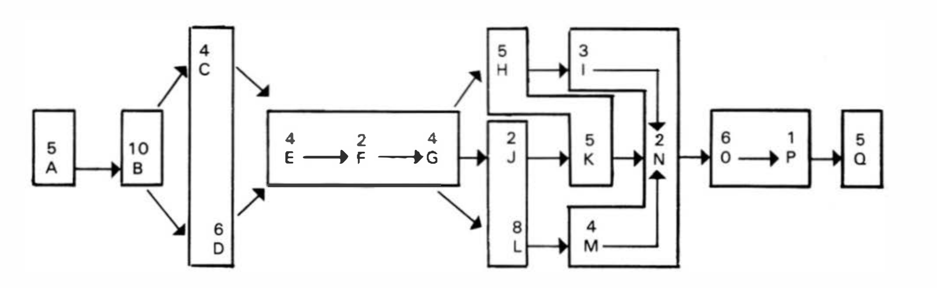
8)

a)



b) $C = \dfrac{8 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos}}{48 \text{ unidades}} = \dfrac{480}{48} = 10$ minutos/unidad

c) $Nt = \dfrac{76 \text{ minutos}}{10} = 7.6 \approx 8$



e) Número real de estaciones = 9

$$\text{Eficiencia} = \frac{76}{9 \times 10} = 0.844 = 84.4\%$$

9) 1. Agrupar partes en familias.
2. Identificar modelos de flujo dominantes.
3. Agrupar la maquinaria y el equipo en celdas de manufactura.

▶ *Ejercicio práctico*

1. Analiza tu negocio y contesta las siguientes preguntas:

1) ¿Cuál es la capacidad de tu sistema de producción?

____

____

____

____

2) ¿Qué factores consideras que pueden afectar la capacidad de tu negocio?

____

____

____

____

2. ¿Qué tipo de distribución de las instalaciones existe o debería existir en tu planta? (Marca con una cruz la mejor opción.)

__________ Distribución por proceso.

__________ Distribución por producto.

__________ Diseño celular.

Si marcaste Distribución por proceso, entonces realiza el siguiente ejercicio práctico; de otra forma, pasa a la pregunta tres.

1) Haz una lista de todos los departamentos o áreas dentro de tu planta productiva:

Departamento número:	Nombre del departamento	Area (m^2)

2) Completa la siguiente matriz de número de viajes entre los departamentos de tu negocio:

Matriz de viajes entre los departamentos de mi negocio

	Al departamento
Del departamento	

3) Completa la siguiente matriz de costos unitarios de manejo de materiales en tu planta:

Matriz de costos unitarios
de manejo de materiales dentro de mi negocio
(pesos)

Al departamento
D e l d e p a r t a m e n t o

4) Elabora un diagrama de la distribución actual de tu maquinaria, equipo, bodegas, oficinas, etc., dentro de tu planta.

5) Completa la siguiente matriz de distancia entre los departamentos de tu planta.

Matriz de distancia entre los departamentos dentro de mi planta (metros)

	Al departamento
D e l d e p a r t a m e n t o	

6) Completa la siguiente matriz de costos totales entre pares de departamentos dentro de tu planta:

Matriz de costos totales entre pares de departamentos dentro de mi planta (pesos)

	Al departamento
D e l d e p a r t a m e n t o	

7) Calcula ahora el costo total de manejo de materiales dentro de tu planta sumando todos los costos entre pares de departamentos.

El costo total es: ______________________________

3. ¿Qué tipo de distribución de las instalaciones existe en tu planta? (Marca con una cruz la mejor opción.)

Distribución por proceso. ( )
Distribución por producto (Línea de ensamble). ( )
Diseño celular. ( )

Si marcaste Distribución por producto, resuelve el siguiente ejercicio práctico:

Ejercicio práctico:

1) Elabora una lista de todas las actividades requeridas para fabricar uno de tus productos en tu línea de ensamble, así como los tiempos de operación de cada actividad y las actividades que le anteceden a cada una:

Producto: ______________________________

Actividad	Tiempo de operación (minutos o segundo)	Actividad Antecedente

2) Elabora un diagrama de precedencias.

3) Calcula el requerimiento de producción de este producto para una semana.

4) Calcula el tiempo que tienes disponible a la semana para fabricar el producto.

5) Con los datos anteriores, calcula el tiempo de ciclo de tu línea de ensamble.

6) Calcula el número teórico de estaciones de trabajo.

7) Realiza el balanceo de líneas.

8) Completa la siguiente tabla.

Estación número	Actividades	Tiempo de operación (min o seg)	Tiempo ocioso (min o seg)

9) Calcula la eficiencia de tu balanceo.